

**Standortbestimmung und Entwicklungserspektiven
der Elektroindustrie in Deutschland**

Standortbestimmung und Entwicklungsperspektiven der Elektroindustrie in Deutschland

Bearbeitet von:

SUSTAIN | CONSULT
Beratungsgesellschaft für nachhaltige
Wirtschaftsentwicklung mbH

Kaiserstraße 24
44135 Dortmund

Ralf Löckener
Dr. Torsten Sundmacher
Thomas Gebauer
Iskra Kondova
Inger Korflür

Im Auftrag der
Hans-Böckler-Stiftung

Dortmund, 20.03.2009

Inhalt

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Zur Einleitung: Ziel, Vorgehensweise und Aufbau..... | 11 |
| 2 | Die Elektroindustrie in Deutschland | 12 |
| 2.1 | Zuschnitt, Bedeutung und Struktur der Elektroindustrie | 12 |
| 2.2 | Unternehmens- und Betriebsstruktur in der Elektroindustrie | 17 |
| 2.3 | Regionale Verteilung der Elektroindustrie in Deutschland | 20 |
| 2.4 | Die wirtschaftliche Entwicklung der Elektroindustrie | 23 |
| 2.5 | Die Elektroindustrie - Standort Deutschland und die Entwicklung der internationalen Märkte für Elektrogüter | 28 |
| 2.6 | Wirkungsmuster und Ursachen beim Niedergang der Consumer Electronics-Sparte in Deutschland | 39 |
| 3 | Vertiefungsbereich Energietechnik | 48 |
| 3.1 | Die elektrotechnische Energietechnik im Überblick..... | 48 |
| 3.2 | Die wirtschaftliche Entwicklung der Energietechnik | 51 |
| 3.2.1 | Umsatz | 51 |
| 3.2.2 | Beschäftigung..... | 53 |
| 3.2.3 | Kostenstruktur | 56 |
| 3.2.4 | Außenhandel und internationale Wettbewerbsposition | 57 |
| 3.3 | Unternehmenslandschaft und regionale Schwerpunkte | 64 |
| 3.4 | Trends in der Energietechnik und Handlungsfelder der Unternehmen..... | 71 |
| 3.4.1 | Weltweite Nachfrageentwicklung, Internationalisierung der Energietechnik und Wettbewerbsfähigkeit | 71 |
| 3.4.2 | Technik zur Steigerung der Energieeffizienz..... | 80 |
| 3.4.3 | Moderne Lösungen für die umfassende Steuerung von Stromnetzen | 83 |
| 4 | Vertiefungsbereich Elektronische Bauelemente | 85 |
| 4.1 | Die Elektronischen Bauelemente im Überblick..... | 85 |
| 4.2 | Die wirtschaftliche Entwicklung der elektronischen Bauelemente | 87 |
| 4.2.1 | Umsatz | 87 |
| 4.2.2 | Beschäftigung..... | 88 |
| 4.2.3 | Kostenstruktur | 89 |
| 4.2.4 | Beschäftigungsqualität | 94 |
| 4.2.5 | Altersstruktur | 97 |
| 4.2.6 | Betriebsgrößen..... | 98 |
| 4.2.7 | Außenhandel und Wettbewerbssituation..... | 103 |
| 4.3 | Unternehmenslandschaft und regionale Schwerpunkte | 109 |
| 4.4 | Trends in Elektronischen Bauelementen: Vertiefung von Teilbereichen ... | 111 |
| 4.4.1 | Vorgehen..... | 111 |

| | |
|--|------------|
| 4.4.2 Übersicht über das Produktspektrum | 112 |
| 4.4.3 Bauelemente I: Halbleiter | 115 |
| 4.4.4 Bauelemente II: Passive Bauelemente | 121 |
| 4.4.4.1 Sehr deutliches Wachstum besonders bei HF-Bauelementen / Piezo-Keramik | 122 |
| 4.4.4.2 Relativ gute Entwicklung: Induktivitäten und EMV-Filter ... | 127 |
| 4.4.4.3 Stagnierend: Kondensatoren..... | 130 |
| 4.4.5 Bauelemente III: Elektromechanische Bauelemente..... | 133 |
| 4.4.6 Elektronische Baugruppen / EMS | 137 |
| 5 Vertiefungsbereich Automatisierungstechnik | 146 |
| 5.1 Die Automatisierungstechnik im Überblick | 146 |
| 5.2 Wirtschaftliche Entwicklung der Automatisierungstechnik..... | 149 |
| 5.2.1 Umsatz und Beschäftigung | 149 |
| 5.2.2 Qualitative Aspekte von Beschäftigung..... | 153 |
| 5.2.3 Außenhandel und Wettbewerbsposition..... | 154 |
| 5.3 Unternehmenslandschaft und regionale Schwerpunkte | 159 |
| 5.4 Trends in der Automatisierungstechnik und Handlungsfelder der Unternehmen..... | 167 |
| 5.4.1 Steigende Bedarfe und neue Lösungen: Trends im Bereich Märkte und Technologien..... | 167 |
| 5.4.2 Handlungsfelder für die Unternehmen der elektrotechnischen Automatisierung | 172 |
| 6 Zusammenfassendes Resümee: Die Elektroindustrie – zukunftsträchtiger Wirtschaftszweig mit Strategieproblemen..... | 180 |
| Literatur | 188 |

Anhang: Regionale Verteilung von Patentanmeldungen im Bereich der Elektrotechnik und Elektronik in Deutschland

Abbildungen

| | |
|--|----|
| Abb. 1: Bedeutung der einzelnen Fachzweige der Elektroindustrie für die Beschäftigung..... | 15 |
| Abb. 2: Anzahl der Betriebe in der Elektroindustrie | 17 |
| Abb. 3: Entwicklung der durchschnittlichen Betriebsgrößen in den Sparten der Elektroindustrie..... | 18 |
| Abb. 4: Ausgewählte Verkäufe von Aktivitäten der Siemens AG in den vergangenen zehn Jahren..... | 19 |
| Abb. 5: Regionale Konzentration der Elektroindustrie in Deutschland im Jahr 2005..... | 22 |
| Abb. 6: Regionale Konzentration des Maschinenbaus und der Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen in Deutschland im Jahr 2005..... | 23 |
| Abb. 7: Index der Umsatzentwicklung in den Wirtschaftsbereichen Elektrotechnik, Maschinenbau und Fahrzeugbau sowie im Verarbeitenden Gewerbe | 24 |
| Abb. 8: Index der Beschäftigungsentwicklung in den Wirtschaftsbereichen Elektrotechnik, Maschinenbau und Fahrzeugbau sowie im Verarbeitenden Gewerbe | 25 |
| Abb. 9: Entwicklung der Beschäftigung in den Fachzweigen der Elektroindustrie von 1995 bis 2007 | 26 |
| Abb. 10: Index der Beschäftigungsentwicklung in der Elektroindustrie in Deutschland und den Bundesländern | 27 |
| Abb. 11: Entwicklung des Weltmarkts für Elektroprodukte | 29 |
| Abb. 12: Sektorale Struktur der Erwerbstätigen in ausgewählten OECD-Ländern 2003..... | 29 |
| Abb. 13: Ausführen an Elektrogüter durch die wichtigsten Exportländer in den Jahren 2002 und 2006 | 31 |
| Abb. 14: Entwicklung des Auslandsumsatzanteils in der Elektroindustrie, im Maschinenbau, in der Herstellung von Kraftwagen und -teilen sowie im Verarbeitenden Gewerbe | 32 |
| Abb. 15: Ausfuhr und Einfuhr von Elektro-Gütern, Maschinen sowie Kraftwagen / Kraftwagenteilen im Jahr 2007..... | 33 |
| Abb. 16: Die zwanzig wichtigsten Herkunftsländer für Elektroimporte nach Deutschland in 2007 | 34 |
| Abb. 17: Die zwanzig wichtigsten Zielmärkte für Exporte von Elektrogütern aus Deutschland in 2007 | 34 |
| Abb. 18: Anteil des Auslandsumsatzes am Gesamtumsatz in den Wirtschaftszweigen des Elektroindustrie im Jahr 2007 | 36 |

| | |
|--|----|
| Abb. 19: Produktionswert und Volumen des Inlandsmarktes in Deutschland für die verschiedenen elektrotechnischen und elektronischen Gütergruppen | 37 |
| Abb. 20: Entwicklung des Marktes für digitale Consumer Electronics in Deutschland..... | 39 |
| Abb. 21: Marktanteile verschiedener Produktarten im deutschen Markt für Consumer Electronic im Jahr 2007 | 40 |
| Abb. 22: Führende Ausfuhrländer für Consumer Electronics im Jahr 2005 | 41 |
| Abb. 23: Spezialisierung Deutschlands, Japans und der USA bei Patenten in den Jahren 2002 bis 2004..... | 44 |
| Abb. 24: Entwicklung der elektrische Haushaltsgeräteindustrie | 45 |
| Abb. 25: Entwicklung des Erzeugerpreisindex und des Einfuhrpreisindex von 1995 bis 2007 für die verschiedenen Elektrogüter | 47 |
| Abb. 26: Energietechnik-Produkte der Elektroindustriein der Stromerzeugung und -versorgung..... | 48 |
| Abb. 27: Die Fachzweige der Energietechnik in der amtlichen Statistik..... | 50 |
| Abb. 28: Produktionswerte für Energietechnik innerhalb der Herstellung von Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren (WZ 31.10), von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen (WZ 31.20) sowie von isolierten Elektrokabeln, -leitungen und -drähten (WZ 31.30) | 50 |
| Abb. 29: Umsatzentwicklung der Energietechnik – Anteile und Veränderung..... | 51 |
| Abb. 30: Entwicklung der Produktionswerte in der Energietechnik und in der Herstellung von übrigen Erzeugnissen zur Elektrizitätserzeugung und -verteilung | 52 |
| Abb. 31: Entwicklung der Beschäftigtenzahl in der Energietechnik..... | 53 |
| Abb. 32: Entwicklung der Beschäftigten in der Energietechnik von 1995 bis 2007 | 53 |
| Abb. 33: Entwicklung des Umsatzes je Mitarbeiter in der Energietechnik von 1999 bis 2007..... | 54 |
| Abb. 34: Qualifikationsstruktur der jeweiligen Wirtschaftszweige der Energietechnik im Jahr 2007..... | 55 |
| Abb. 35: Kostenstrukturen in Wirtschaftszweige der Energietechnik im Vergleich zum Verarbeitende Gewerbe und Elektrotechnik..... | 56 |
| Abb. 36: Entwicklung von Inlands- und Auslandsumsatz in der Energietechnik..... | 58 |
| Abb. 37: Entwicklung von Auslands- und Inlandsumsatz in der Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren (WZ 31.10) | 59 |

| | |
|---|----|
| Abb. 38: Entwicklung von Auslands- und Inlandsumsatz in der Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen (WZ 31.20)..... | 59 |
| Abb. 39: Entwicklung von Auslands- und Inlandsumsatz in der Herstellung von Isolierten Elektrokabel, -leitungen und -drähten (WZ 31.30) | 60 |
| Abb. 40: Entwicklung der Einfuhren und Ausfuhren von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen in Deutschland..... | 61 |
| Abb. 41: Entwicklung von Produktionswert und inländischem Marktvolumen in der Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen (WZ 31.20) | 61 |
| Abb. 42: Entwicklung der Einfuhren und Ausfuhren von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren in Deutschland..... | 62 |
| Abb. 43: Entwicklung von Produktionswert und inländischem Marktvolumen in der Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren (WZ 31.10)..... | 62 |
| Abb. 44: Entwicklung der Einfuhren und Ausfuhren von Isolierten Elektrokabeln, -leitungen und -drähten in Deutschland..... | 63 |
| Abb. 45: Entwicklung von Produktionswert und inländischem Marktvolumen in der Herstellung von Isolierten Elektrokabeln, -leitungen und -drähten (WZ 31.30)..... | 63 |
| Abb. 46: Ausfuhren von Energietechnik-Erzeugnissen von führenden Ländern ind en Jahren 2005 und 2006 | 64 |
| Abb. 47: Anteile des WZ 31.20 (Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen) an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe..... | 68 |
| Abb. 48: Anteile des WZ 31.10 (Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren) an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe..... | 69 |
| Abb. 49: Anteile des WZ 31.30 (Isolierte Elektrokabel, -leitungen und -drähte) an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe | 70 |
| Abb. 50: Entwicklung der weltweite Stromerzeugung und Bedeutung einzelner Energieträger in den Jahren 2002 und 2030 gemäß Prognose der Internationalen Energie-Agentur IEA..... | 72 |
| Abb. 51: Entwicklung der Elektrizitätserzeugung nach Energieträgern in unterschiedlichen Weltregionen | 73 |
| Abb. 52: Geschätzter Bedarf an neuen Stromerzeugungsanlagen durch Ersatz bestehender und Neubau zusätzlich erforderlicher Kapazitäten | 73 |
| Abb. 53: Übersicht über erforderliche Investitionen in Anlagen zur Erzeugung, Übertragung und Verteilung von Strom in Weltregionen im Zeitraum 2003-2030 | 74 |

| | |
|--|-----|
| Abb. 54: Umsatzentwicklung elektronischer Bauelemente (WZ 32.1) im Vergleich zur gesamten Elektroindustrie und zum Verarbeitenden Gewerbe | 87 |
| Abb. 55: Entwicklung von Einfuhr-, Ausfuhr- und Erzeugerpreisen 1995-2007 | 88 |
| Abb. 56: Beschäftigungsentwicklung elektronischer Bauelemente (WZ 32.1) im Vergleich zur gesamten Elektroindustrie und zum verarbeitenden Gewerbe | 88 |
| Abb. 57: Entwicklung der Kostenstruktur des WZ 31 | 90 |
| Abb. 58: Entwicklung der Kostenstruktur des WZ 32 (inkl. Elektronische Bauelemente) | 90 |
| Abb. 59: Entwicklung der Investitionsquoten des WZ 31 (Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung) und WZ 32 (Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik) | 93 |
| Abb. 60: Qualifikationsstruktur elektronische Bauelemente im Vergleich zu den anderen untersuchten Fachzweigen sowie der gesamten Elektrotechnischen Industrie 2007 | 94 |
| Abb. 61: Entwicklung des Anteils der Hochqualifizierten (Fachhochschul- und Hochschulabschluss) bei elektronischen Bauelementen im Vergleich zur Elektroindustrie und zum Verarbeitenden Gewerbe 1999-2007 | 95 |
| Abb. 62: Entwicklung des Anteils derjenigen ohne Berufsabschluss bei Elektronischen Bauelementen im Vergleich zur Elektroindustrie und zum Verarbeitenden Gewerbe 1999-2007 | 96 |
| Abb. 63: Entwicklung des Anteils derjenigen mit abgeschlossener Berufsausbildung bei Elektronischen Bauelementen im Vergleich zur Elektroindustrie und zum Verarbeitenden Gewerbe 1999-2007 | 96 |
| Abb. 64: Altersstruktur elektronische Bauelemente im Vergleich zu den anderen untersuchten Fachzweigen und der gesamten Elektroindustrie 2007 | 98 |
| Abb. 65: Entwicklung der Betriebsgröße Elektronische Bauelemente (WZ 32.1) im Vergleich zur Elektroindustrie und zum Verarbeitenden Gewerbe | 100 |
| Abb. 66: Entwicklung der Betriebsanzahl Elektronische Bauelemente (WZ 32.1) im Vergleich zur Elektroindustrie und zum Verarbeitenden Gewerbe | 100 |
| Abb. 67: Exporte elektronische Bauelemente (WZ 32.1) 1995-2007 | 103 |
| Abb. 68: Einführen, Ausführen, Außenhandelssaldo, Produktionsvolumen und Inlandsmarkt elektronischer Bauelemente 2000-2007 | 104 |
| Abb. 69: Ausfuhr- und Einfuhrpreise von elektronischen Bauelementen bezogen auf ein kg Gewicht 2000-2007 | 105 |

| | |
|---|-----|
| Abb. 70: Die 20 größten Exportmärkte elektronischer Bauelemente im Jahr 2007 | 107 |
| Abb. 71: Die 20 größten Importländer elektronischer Bauelemente im Jahr 2007 | 107 |
| Abb. 72: Entwicklung der 10 größten Importländer für elektronische Bauelemente 2000-2007 | 108 |
| Abb. 73: Regionale Verteilung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten des Fachzweigs Elektronische Bauelemente (WZ 32.1) nach Landkreisen / kreisfreien Städten 2005 | 110 |
| Abb. 74: Bestandteile des WZ 32.10 (Elektronische Bauelemente) und deren Gliederung..... | 113 |
| Abb. 75: Entwicklung des Markts für elektronische Bauelemente in Deutschland 2006-2008 | 114 |
| Abb. 76: Entwicklung des Markts für elektronische Bauelemente in Deutschland 2006-2008 | 115 |
| Abb. 77: Entwicklung des Marktes für Hauptleiter Bauelemente in Deutschland 2006-2008 | 118 |
| Abb. 78: Struktur des Mikroelektronikmarkts 2006 nach Anwendungssegmenten..... | 119 |
| Abb. 79: Entwicklung des deutschen Marktes für Passive Bauelemente 2006-2008 | 122 |
| Abb. 80: Entwicklung des deutschen Marktes für Passive Bauelemente 2006-2008 | 122 |
| Abb. 81: Entwicklung des deutschen Markt für elektromechanische Bauelemente | 134 |
| Abb. 82: Entwicklung des deutschen Markt für elektromechanische Bauelemente | 135 |
| Abb. 83: Entwicklung des deutschen Markts für elektronische Baugruppen 2006-2008 | 138 |
| Abb. 84: Anzahl der Firmen im europäischen EMS | 142 |
| Abb. 85: Anzahl der MitarbeiterInnen in den Firmen des europäischen EMS-Marktes nach Unternehmensgröße..... | 142 |
| Abb. 86: Verteilung der Erlöse nach Unternehmensgröße von EMS in Deutschland | 143 |
| Abb. 87: Anwendungsfelder von Prozess- und Fabrikautomatisierungstechnik..... | 146 |
| Abb. 88: Automatisierungsstruktur der Abnehmerbranchen..... | 147 |
| Abb. 89: Die Fachzweige der elektrotechnischen Automatisierung in der amtlichen Statistik | 148 |
| Abb. 90: Umsatzentwicklung der Mess- und Steuerungstechnik – Anteile und Veränderung..... | 149 |

| | |
|--|-----|
| Abb. 91: Produktionswerte der Mess- und Steuerungstechnik – Anteile und Veränderung..... | 150 |
| Abb. 92: Beschäftigte in den Fachzweigen der Automationstechnik | 151 |
| Abb. 93: Beschäftigtenentwicklung der Mess- und Steuerungstechnik – Anteile und Veränderung..... | 151 |
| Abb. 94: Entwicklung des Umsatzes je Mitarbeiter..... | 152 |
| Abb. 95: Entwicklung des Angestelltenanteils – Anteile | 154 |
| Abb. 96: Qualifikationsstruktur der Instrumententechnik im Jahr 2007 | 154 |
| Abb. 97: Entwicklung von Auslands- und Inlandsumsatz in der Herstellung von Elektrischen Mess-, Kontroll-, Navigationsinstrumenten (WZ 33.20.1) | 155 |
| Abb. 98: Entwicklung von Auslands- und Inlandsumsatz in der Herstellung von Industriellen Prozesssteuerungen (WZ 33.30) | 156 |
| Abb. 99: Entwicklung der Einführen und Ausführen von Mess-, Kontroll-, Navigations- und ähnlichen Instrumenten und Vorrichtungen in Deutschland | 156 |
| Abb. 100: Entwicklung von Produktionswert und inländischem Markt- volumen in der Herstellung von Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten und Vorrichtungen (WZ 33.20) | 158 |
| Abb. 101: Ausführen von Industriesteuerungen und Prozessautomation von führenden Ländern | 159 |
| Abb. 102: Anteile der Mess- und Steuerungstechnik an den sozial- versicherungspflichtig Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe..... | 162 |
| Abb. 103: Kostenstrukturen in den Automationstechnik | 165 |
| Abb. 104: Automatisierungsansätze im Bereich der Automobil- produktion..... | 169 |
| Abb. 105: Schlüsseltechnologien auf dem Zeitstrahl..... | 171 |

Tabellen

| | |
|--|----|
| Tab. 1: Wirtschaftszweige der Elektroindustrie in der amtlichen Statistik..... | 13 |
| Tab. 2: Fachverbände im Zentralverband der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie | 14 |
| Tab. 3: Entwicklung von Beschäftigung und Umsätzen in den Fachzweigen der Elektroindustrie von 1995 bis 2007..... | 27 |
| Tab. 4: Beschäftigte deutscher Elektrohersteller in ausgewählten Staaten Osteuropas | 35 |
| Tab. 5: Die Fachzweige der Elektrotechnik innerhalb der FuE-intensiven Industriezweige | 43 |
| Tab. 6: Struktur der FuE-Aufwendungen nach Sektoren in Deutschland und der OECD 1995, 1999 und 2003 im Vergleich | 44 |

Abkürzungen

| | |
|------|--|
| CE | Consumer Electronics |
| EDV | Elektronische Datenverarbeitung |
| EMS | Electronics Manufacturing Services |
| FuE | Forschung und Entwicklung |
| GW | Giga-Watt |
| HGÜ | Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung |
| IEA | Internationale Energie-Agentur |
| IuK | Informations- und Kommunikationstechnologie |
| IT | Informationstechnologie |
| kV | Kilo-Volt |
| MW | Mega-Watt |
| OECD | Organisation for Economic Cooperation and Development |
| OEM | Original Equipment Manufacturer |
| WZ | Wirtschaftszweig |
| ZVEI | Zentralverband der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie |

1 Zur Einleitung: Ziel, Vorgehensweise und Aufbau

Die Elektrotechnische und Elektronische Industrie (kurz: Elektroindustrie) gehört mit rund 855.000 Beschäftigten (dies entspricht rund 15% des gesamten Produzierenden Gewerbes im Jahr 2007) und 198 Mrd. € Umsatz zu den wichtigsten Industriebranchen in Deutschland. Ein ähnliches Gewicht weisen ansonsten nur der Maschinen- und Anlagenbau (886.000 Beschäftigte, 170 Mrd. € Umsatz) und die Herstellung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeugteilen (750.000 Beschäftigte, 273 Mrd. € Umsatz) auf. Zusammen mit diesen beiden Branchen prägte die Elektroindustrie bereits früh das spezielle Profil des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland: Viele wichtige Entwicklungen und Produkte in der Elektrotechnik wurden von der deutschen Industrie hervorgebracht – dies gilt insbesondere für die Bereiche der Rundfunk-, Nachrichten- und Elektrizitätsverteilungstechnik.

In den vergangenen Jahren haben sich die einzelnen Fachzweige der Elektroindustrie sehr unterschiedlich entwickelt: Bei einem Umsatzwachstum in der Gesamtbranche von gut 60% in den Jahren 1995-2007 erreichte der erfolgreichste Fachzweig (Herstellung elektronischer Bauelemente) ein Plus von 378%, während in der Herstellung von Rundfunkgeräten sowie Phono- und Videotechnik sogar ein Umsatzrückgang von 27% verzeichnet wurde. Ein ähnlich heterogenes Bild bietet sich bei der Beschäftigtenentwicklung. Insgesamt ist festzustellen, dass sich die Elektroindustrie in Deutschland ungünstiger als der Maschinenbau und weitaus schlechter als der Fahrzeugbau entwickelt. Gleichzeitig entwickeln sich einige Fachzweige der deutschen Elektroindustrie weitaus ungünstiger als in anderen westlichen Industriestaaten.

Im Rahmen des vorliegenden Branchenreportes werden die Gründe für die unterschiedlichen und teilweise ungünstigen Entwicklungsverläufe in der Elektroindustrie untersucht. Die Analyse umfasst die wichtigen branchenspezifischen Einflussfaktoren, die Ursachen für die Entwicklung der Gesamtbranche wie ausgewählter Fachzweige und die Bestimmung von Stärken und Schwächen der Elektroindustrie am Standort Deutschland. Hierzu wurden einerseits vorhandene Wirtschafts- und Beschäftigungsstatistiken ausgewertet und andererseits ausgewählte Schwerpunkte eingehender betrachtet.

Der Branchenreport stellt in Kapitel 2 die Bedeutung der gesamten Elektroindustrie, ihre wesentlichen Strukturmerkmale sowie die wirtschaftliche Entwicklung in Grundzügen dar. Darüber hinaus befasst sich das Kapitel mit den internationalen Bezügen des Elektroindustrie-Standortes Deutschland und dem Niedergang der hiesigen elektrotechnischen Gebrauchsgüterproduktion. Die anschließenden Kapitel 3 bis 5 vertiefen die zentralen Fragestellungen anhand eingehender Untersuchungen der allesamt bedeutenden aber sehr unterschiedlich konstituierten Fachzweige der Energietechnik, der Elektronischen Bauelemente und der elektrotechnischen Automatisierung. Kapitel 6 bildet das Resümee des Branchenreportes.

2 Die Elektroindustrie in Deutschland

2.1 Zuschnitt, Bedeutung und Struktur der Elektroindustrie

Für die Begriffe „Elektrotechnische Industrie“ oder „Elektrotechnische und Elektronikindustrie“ – kurz: Elektroindustrie – gibt es keine einheitlich angewendete Definition. Der vorliegende Branchenreport orientiert sich bei der Abgrenzung an der amtlichen Statistik: Hier ist innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes die Herstellung von elektrotechnischen und elektronischen Gütern im Wirtschaftsbereich DL zusammengefasst. Dieser Bereich ist in vier 2-Steller-Wirtschaftszweige gegliedert und umfasst die Herstellung von:

- Büromaschinen und Datenverarbeitungsgeräten (WZ 30),
- Geräten zur Elektrizitätserzeugung und -verteilung (WZ 31),
- Rundfunk- und Nachrichtentechnik (WZ 32) sowie
- Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik und Uhren (WZ 33).

Während die Güter der Wirtschaftszweige 30, 31 und 32 tatsächlich vollständig elektrotechnischer und/oder elektronischer Natur sind, enthält der Wirtschaftszweig 33 auch einige Tätigkeiten, die keinen direkten Bezug zur Elektrotechnik haben, wie z.B. die Herstellung orthopädischer Produkte und zahntechnische Laboratorien im Bereich der Medizintechnik sowie die Herstellung optischer und mechanischer Mess-, Kontroll- und Prüfinstrumente. Auch große Teile der Optik wären im technischen Sinne nicht der Elektrotechnik zuzurechnen – allerdings sind verschiedene Optikprodukte wie z.B. Fotoapparate inzwischen in erster Linie elektronische Güter (z.B. Digitalkameras). Ähnliches gilt auch für Uhren. Schwierig ist in einigen Teilbereichen die Abgrenzung zwischen der Elektroindustrie und dem Maschinen- und Anlagenbau: So zählen die Herstellung von elektrischen Haushaltsgeräten (WZ 29.71) sowie von Heiz-, Koch-, Heißwasser- und Heißluftgeräten (WZ 29.72) in der amtlichen Statistik zum Maschinen- und Anlagenbau, dagegen Büromaschinen, mechanische Prüfmaschinen oder Elektromotoren trotz ihres Maschinen-Charakters zur Elektroindustrie (vgl. Tab. 1).

Ohne enge Anlehnung an die amtliche Statistik grenzt der Zentralverband der elektrotechnischen und elektronischen Industrie (ZVEI) seinen die Branche ab (vgl. Tab. 2). Hier sind die Bereiche Optik und Uhren und die elektrischen Baulemente für Fahrzeuge ausgenommen. Die Fachverbandsgliederung des ZVEI orientiert sich teilweise an Gütern (z.B. Batterien, Kabel usw.), teilweise an Markt- oder Einsatzfeldern wie z.B. Consumer Electronics oder Geräte für den Haushalt. Mit letzteren erstreckt sich der Organisationsbereich des ZVEI auch auf Güter, die in der amtlichen Statistik dem Maschinenbau zugerechnet werden. Die Fachverbände Elektrische Antriebe, Messtechnik und Prozessautomatisierung sowie Schaltgeräte, Schaltanlagen und Industriesteuerungen sind im ZVEI zu einem Dachfachverband Automation zusammengeschlossen, während im Bereich der Stromerzeugung und -verteilung die Fachverbände Energietechnik, Starkstromkondensatoren sowie Transformatoren und Stromversorgungen nebeneinander stehen. Insgesamt hat der ZVEI rund 1.600 Mitgliedsunternehmen, die 90% der Beschäftigten in den organisierten Fachzweigen abdecken.

Die Elektroindustrie gehört mit rund 855.000 Beschäftigten¹ (dies entspricht 14,3% des gesamten Verarbeitenden Gewerbes) und 198 Mrd. € Umsatz zu den wichtigsten Industriebranchen in Deutschland. Ein vergleichbares Gewicht weisen ansonsten nur der Maschinen- und Anlagenbau (1.005.000 Beschäftigte, 219 Mrd. € Umsatz) und die Herstellung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeugteilen (778.000 Beschäftigte, 337 Mrd. € Umsatz) auf. Zusammen mit diesen beiden Branchen prägte die Elektroindustrie bereits früh das spezielle Profil des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland; diese drei Wirtschaftsbereiche boten im Jahr 2007 über 44% der Arbeitsplätze im Verarbeitenden Gewerbe Deutschlands.

Tab. 1: *Wirtschaftszweige der Elektroindustrie in der amtlichen Statistik*

| WZ-Nr. | Wirtschaftszweig |
|-----------|---|
| 30 | Herstell. von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen |
| 30.01 | Herstellung von Büromaschinen |
| 30.02 | Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen |
| 31 | Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä. |
| 31.10 | Herstellung von Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren |
| 31.20 | Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen |
| 31.30 | Herstellung von isolierten Elektrokabeln, -leitungen und -drähten |
| 31.40 | Herstellung von Akkumulatoren und Batterien |
| 31.50 | Herstellung von elektrischen Lampen und Leuchten |
| 31.6 | Herstellung von elektrischen Ausrüstungen, a.n.g. |
| 31.61 | Herstellung von elektrischen Ausrüstungen für Motoren und Fahrzeuge, a.n.g. |
| 31.62 | Herstellung von sonstigen elektrischen Ausrüstungen, a.n.g. |
| 32 | Herstellung von Rundfunk- und Nachrichtentechnik |
| 32.10 | Herstellung von elektronischen Bauelementen |
| 32.20 | Herstellung von Geräten und Einrichtungen der Telekommunikationstechnik |
| 32.30 | Herstellung von Rundfunkgeräten sowie phono- und videotechnischen Geräten |
| 33 | Herstell. von Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik und Uhren |
| 33.10 | Herstellung von medizinischen Geräten und orthopädischen Erzeugnissen |
| 33.10.1 | Herstellung von elektromedizinischen Geräten und Instrumenten |
| 33.10.2 | Herstellung von medizintechnischen Geräten |
| 33.10.3 | Herstellung von orthopädischen Erzeugnissen |
| 33.10.4 | Zahntechnische Laboratorien |
| 33.20 | Herstellung von Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten u. Vorrichtungen |
| 33.20.1 | Elektrische Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten und Vorrichtungen |
| 33.20.2 | Optische Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten und Vorrichtungen |
| 33.20.3 | Mechanische Prüfmaschinen |
| 33.30 | Herstellung von industriellen Prozesssteuerungseinrichtungen |
| 33.40 | Herstellung von optischen und fotografischen Geräten |
| 33.50 | Herstellung von Uhren |

¹ Sofern nicht anders angegeben, beziehen sich alle statistischen Angaben auf 2007 und sind der amtlichen Statistik des Produzierenden Gewerbes entnommen. Diese Statistik bezog sich bis 2006 auf Betriebe mit 20 und mehr Beschäftigten, seit 2007 ist der Berichtskreis für Teilbereiche der Statistik auf Betriebe mit 50 und mehr Beschäftigten eingeschränkt.

Tab. 2: Fachverbände im Zentralverband der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (eigene Darstellung nach www.zvei.de)

| Fachverbände im Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Automation <ul style="list-style-type: none"> - Elektrische Antriebe - Messtechnik und Prozessautomatisierung - Schaltgeräte, Schaltanlagen, Industriesteuerungen ▪ Batterien ▪ Consumer Electronics ▪ Electronic Components and Systems ▪ Elektrische Lampen ▪ Elektro-Haushalt-Großgeräte ▪ Elektro-Haushalt-Kleingeräte ▪ Elektro-Hauswärmtechnik ▪ Elektrobahnen und -fahrzeuge ▪ Elektroleuchten | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Elektromedizinische Technik ▪ Elektroschweißgeräte ▪ Elektrowerkzeuge ▪ Elektrowärmeanlagen ▪ Energietechnik ▪ Fahr- und Freileitungsbau ▪ Installationsgeräte und -systeme ▪ Kabel und isolierte Drähte ▪ Satellit & Kabel ▪ Sicherheitssysteme ▪ Starkstromkondensatoren ▪ Transformatoren u. Stromversorgungen ▪ Wehrtechnik |

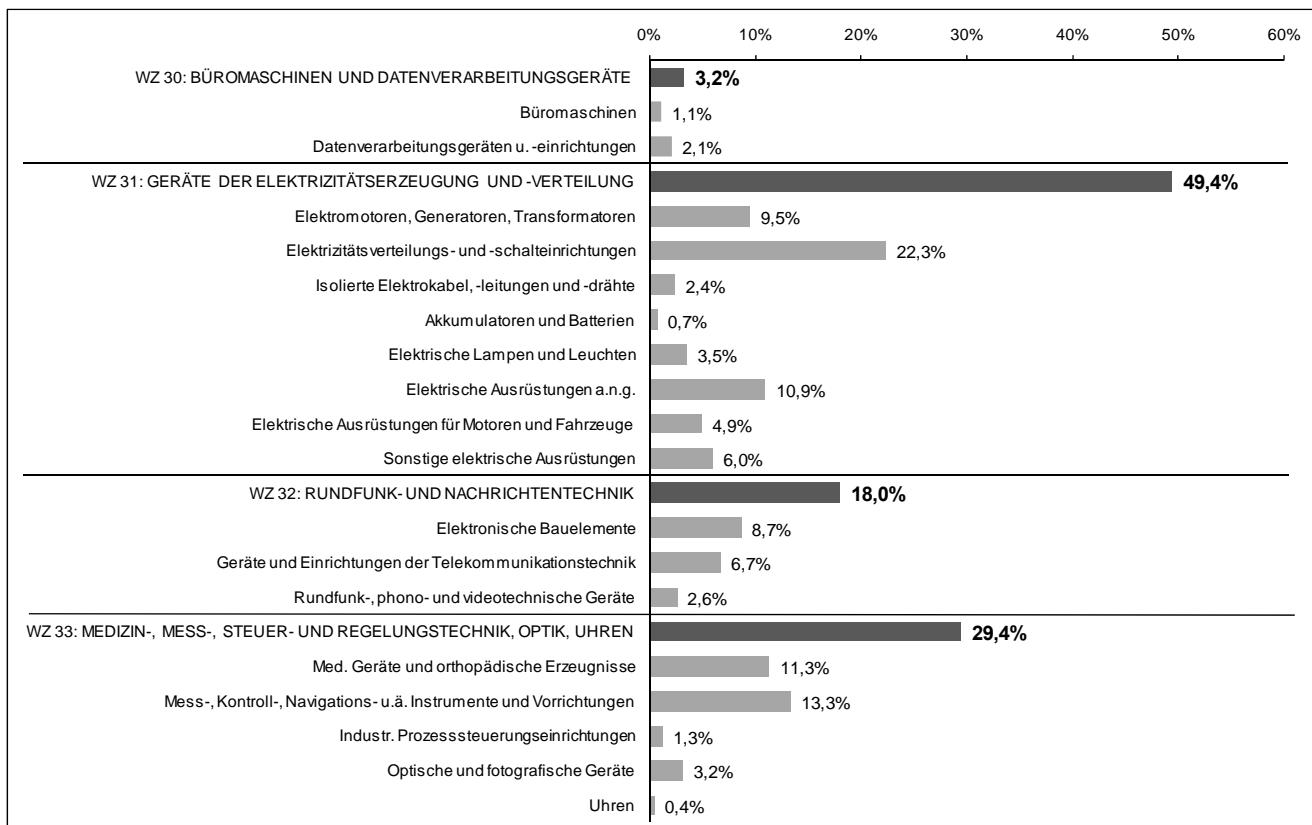
Produktspektrum und Fachzweigstruktur innerhalb der Elektroindustrie

Die Elektroindustrie ist eine Branche mit einem ausgesprochen heterogenen Produktspektrum: Es umfasst Investitionsgüter (z.B. Anlagen für die Übertragung von Hoch- und Mittelspannungsstrom), Gebrauchs- oder Konsumgüter für Endkunden (z.B. Telefone, Rundfunk- und Fernsehgeräte) sowie auch Komponenten, die als Zuliefererteile in anderen Wirtschaftssektoren (wie dem Maschinen- oder Fahrzeugbau) zu Endprodukten weiterverarbeitet werden. Im Vergleich dazu stellen z.B. alle Fachzweige des Maschinenbaus ganz überwiegend Investitionsgüter und die Fahrzeugbauer (ohne Zulieferindustrie) nahezu ausschließlich Gebrauchsgüter her.

Die Vielfalt der Elektro-Produkte bildet sich auch in der Fachzweigstruktur innerhalb der Branche ab – beispielsweise haben die einzelnen Wirtschaftszweige innerhalb der Elektrotechnischen Industrie ein stark unterschiedliches Gewicht: Auf der 2-Steller-Ebene bietet alleine schon die Herstellung von Geräten zur Energieerzeugung und -verteilung knapp die Hälfte aller Arbeitsplätze der gesamten Branche, weitere knapp 30% gehören zum Bereich Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik und Uhren (kurz auch Instrumententechnik genannt). Die Herstellung von Büromaschinen und Datenverarbeitungsgeräte als kleinster 2-Steller bietet dagegen weniger Arbeitsplätze als die meisten 4-Steller (vgl. Abb. 1). Wichtigster Fachzweig auf der 4-Steller-Ebene ist die Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen, die mit 22% der Beschäftigten größeres Gewicht hat als der gesamte 2-Steller der Rundfunk- und Nachrichtentechnik. Insgesamt ist die Energietechnik im engeren Sinne in der deutschen Elektroindustrie von besonderer Bedeutung: Fasst man die Zweige Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren sowie Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen zusammen, so befasst sich rund ein Drittel aller Beschäftigten in der deutschen Elektroindustrie mit Produkten zur Erzeugung und Verteilung von Strom. Starken energietechnischen Bezug haben zudem die Herstellung von

Elektrokabeln und -leitungen, von Akkumulatoren und Batterien und von elektrischen Ausrüstungen.

Abb. 1: *Bedeutung der einzelnen Fachzweige der Elektroindustrie für die Beschäftigung (eigene Berechnung nach Zahlenangaben des Statistischen Bundesamtes)*



Zweitwichtigstes Anwendungsfeld für Produkte der deutschen Elektroindustrie ist die Automatisierung von Prozessen, auf die vor allem die Unternehmen in den Fachzweigen Mess-, Kontroll- und Navigationsinstrumente sowie Industrielle Prozesssteuerungseinrichtungen ausgerichtet sind. Hier finden sich zusammen rund 15% der Beschäftigten der gesamten Elektroindustrie. Ein weiterer wichtiger Bereich ist die Medizintechnik, auf die rund 11% der Beschäftigten entfallen – hier von sind der Elektroindustrie im strengen Sinne aber nur die 3,6% in der Herstellung von elektromedizinischen Geräten zuzurechnen. Von größerem Gewicht ist schließlich noch die Herstellung von elektronischen Bauelementen mit knapp 9% der Beschäftigten. Die große Bedeutung der Bereiche Energietechnik, Automation und Herstellung elektronischer Bauelemente war auch der Grund für eine vertiefte Betrachtung in vorliegenden Branchenreport (vgl. die Kapitel 3 und 5).

Die Bedeutung menschlicher Arbeit in der Elektroindustrie

In der Elektroindustrie spielt die menschliche Arbeit eine große Rolle: Alle Fachzweige der Branche sind sehr wissensintensiv (siehe unten), so dass die Qualifikationen der Beschäftigten eine große Rolle spielen. In einigen Fachzweigen sind außerdem Fertigungs- und Montageschritte vergleichsweise wenig automatisiert

und dementsprechend beschäftigungsintensiv. Dies drückt sich in hohen relativen Arbeitskosten und geringen Pro-Kopf-Umsätzen aus:

- Der Anteil der Summe von Bruttolohn- und Gehaltssumme plus Sozialkosten liegt in der Elektroindustrie bei 23% und damit deutlich über dem Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes (18,2%) oder der Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen (16,5%). Der Maschinenbau erreicht beim Arbeitskostenanteil zwar einen höheren Wert (25,6%), was allerdings in starkem Maße dem Umstand geschuldet ist, dass für die Hersteller von elektrotechnischen Gütern auch das Geschäft mit Handelsware eine große Rolle spielt, so dass entsprechende hohe Einkaufskosten als durchlaufender Posten das Gewicht anderer Kostenarten anteilig verringern.
- Der durchschnittliche Umsatz je Mitarbeiter² lag im Jahr 2007 in der Elektroindustrie bei rund 231.000 €, und damit deutlich unter dem Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes (rund 280.000 €). Weit höher liegt der Pro-Kopf-Umsatz in der Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen (rund 433.000 €), während im Maschinenbau das Niveau nach wie vor unter der Elektrotechnik liegt (rund 217.000 €).

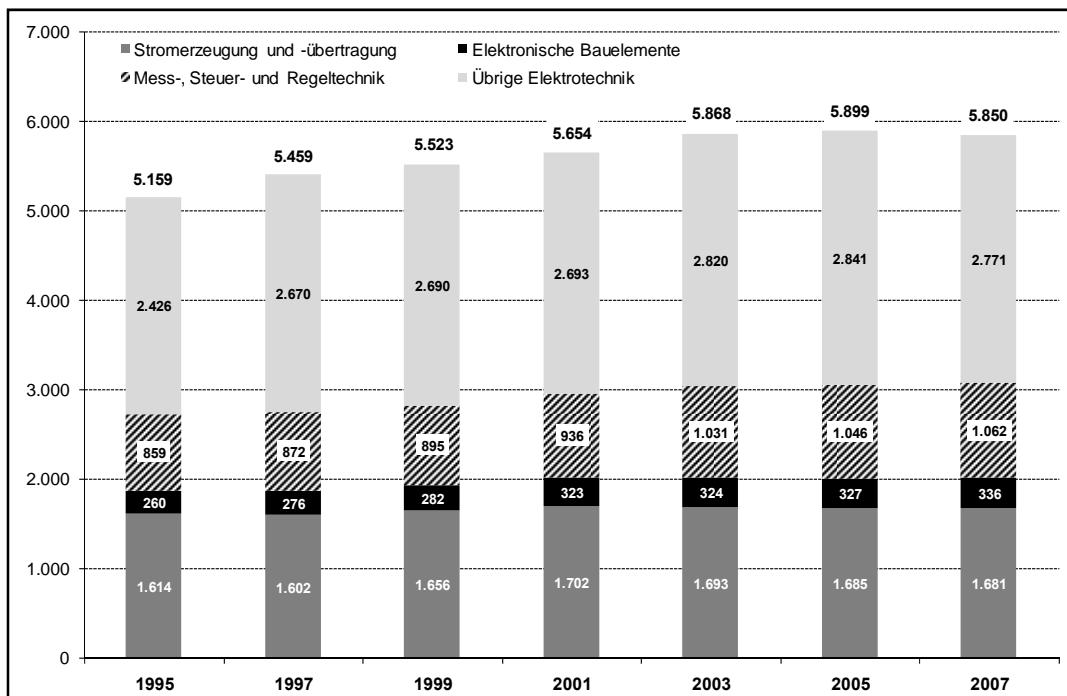
Allerdings gibt es zwischen den einzelnen Fachzweigen der Elektroindustrie deutliche Unterschiede im Hinblick auf die Arbeitsintensität der Produktion: So beträgt der Arbeitskostenanteil in der Herstellung von sonstigen elektrischen Ausrüstungen (das sind alle Ausrüstungen, die nicht für den Fahrzeugbau bestimmt sind) sogar 33% und der Pro-Kopf-Umsatz nur 185.000 €, während in der Telekommunikationstechnik Arbeitskosten von 12,7% bei einem Pro-Kopf-Umsatz von 300.000 € anfallen. Diese Zahlen deuten bereits die enorme Spannweite der unterschiedlichen betrieblichen Strukturen an, von der die Elektroindustrie geprägt ist. Dies gilt gerade auch im Hinblick auf den Charakter und die Bedeutung der Arbeit in der Branche: Hier finden sich Betriebe mit mehreren Hundert Beschäftigten, die fast ausschließlich Engineering und Projektsteuerung leisten und in denen ganz überwiegend Ingenieure tätig sind, ebenso wie Produktionsstätten mit hochqualifizierten Tätigkeiten, die durch einen Mix aus Facharbeitern und Ingenieuren geprägt sind, bis hin zu Montagewerken, in denen vergleichsweise einfache Tätigkeiten durch un- und angelernte Beschäftigte ausgeführt werden. Gerade in diesen Fachzweigen gibt es auch hohe Anteile an weiblichen Beschäftigten: In der Medizintechnik liegt der Anteil der Frauen bei 47%, in der Optik und in der Uhrenherstellung bei 48%. Über die gesamte Elektroindustrie beträgt der Anteil der weiblichen Beschäftigten knapp ein Drittel.

² Zwar wird der Pro-Kopf-Umsatz auch durch den Wert der eingekauften Vorleistungen und von Handelsware beeinflusst, kann aber durchaus als grober Indikator für die Arbeitsintensität verwendet werden: Je geringer der Pro-Kopf-Umsatz, desto höher ist tendenziell die Arbeitsintensität.

2.2 Unternehmens- und Betriebsstruktur in der Elektroindustrie

Im Jahr 2007 zählte die Elektroindustrie in Deutschland 5.850 Betriebe mit 20 oder mehr Beschäftigten. Die Anzahl der Betriebe in der Elektroindustrie hat sich seit 1995 kontinuierlich um insgesamt über 14% erhöht. Damit hebt sich die Branche deutlich von der Entwicklung des gesamten Verarbeitenden Gewerbes ab, in dem die Betriebszahl sogar leicht gesunken ist. Ein besonders kräftiger Zuwachs wurde in den Fachzweigen der Telekommunikationstechnik (+105% seit 1995), der Prozesssteuerungseinrichtungen (+99%) und den sonstigen elektrischen Ausrüstungen (+53%) sowie bei den Elektrokabel- und -leitungsherstellern (+50%) verzeichnet. Es handelt sich hier teilweise im Bereiche, in denen durch Umwälzungen in der Produktstruktur und Leistungspalette der betreffenden Fachzweige (z.B. durch das Wachstum des Mobilfunks) auch vollkommen neue Unternehmen in den Markt traten oder aber traditionelle Elektrohersteller entsprechende Ausgründungen für neuartige Geschäftsfelder vornahmen. Sinkende Betriebszahlen sind vor allem in solchen Fachzweigen zu beobachten, in denen auch die Beschäftigung geschrumpft ist, etwa in der Herstellung von Uhren (-41%), von Akkumulatoren und Batterien (-32%) sowie von Rundfunk-, Phono- und Videogeräten (-27%).

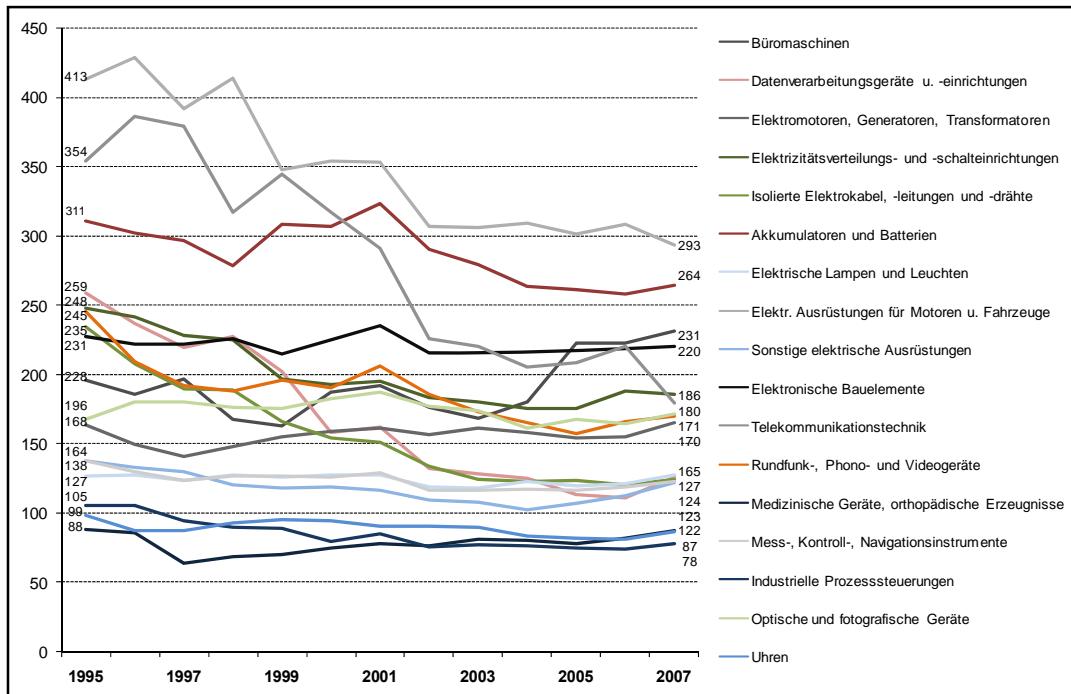
Abb. 2: Anzahl der Betriebe in der Elektroindustrie (eigene Darstellung nach Angaben des Statistischen Bundesamtes)



Die unterschiedlichen Trends in den einzelnen Fachzweigen haben dazu geführt, dass sich die durchschnittlichen Betriebsgrößen zunehmend angleichen. Bezogen auf die gesamte Elektroindustrie hat sie sich seit 1995 um 23% verringert, wobei die größten anteiligen Rückgänge in den Fachzweigen der Datenverarbeitungsgeräte (-56%), der Telekommunikationstechnik (-49%), der Kabel- und Leitungshersteller (-47%) und der Rundfunk-, Phono- und Videotechnik (-31%) zu verzeichnen waren – diese Fachzweige weisen seit 1995 Beschäftigungsrückgänge von mindestens 20% bis über 50% auf (siehe unten). Dem gegenüber verzeich-

nen nur die Herstellung von Büromaschinen (+18%) eine nennenswerte Steigerung sowie die Bereiche optische Geräte, Elektromotoren sowie Lampen und Leuchten konstante durchschnittliche Betriebsgrößen auf.

Abb. 3: Entwicklung der durchschnittlichen Betriebsgrößen in den Sparten der Elektroindustrie (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



Unternehmensstruktur

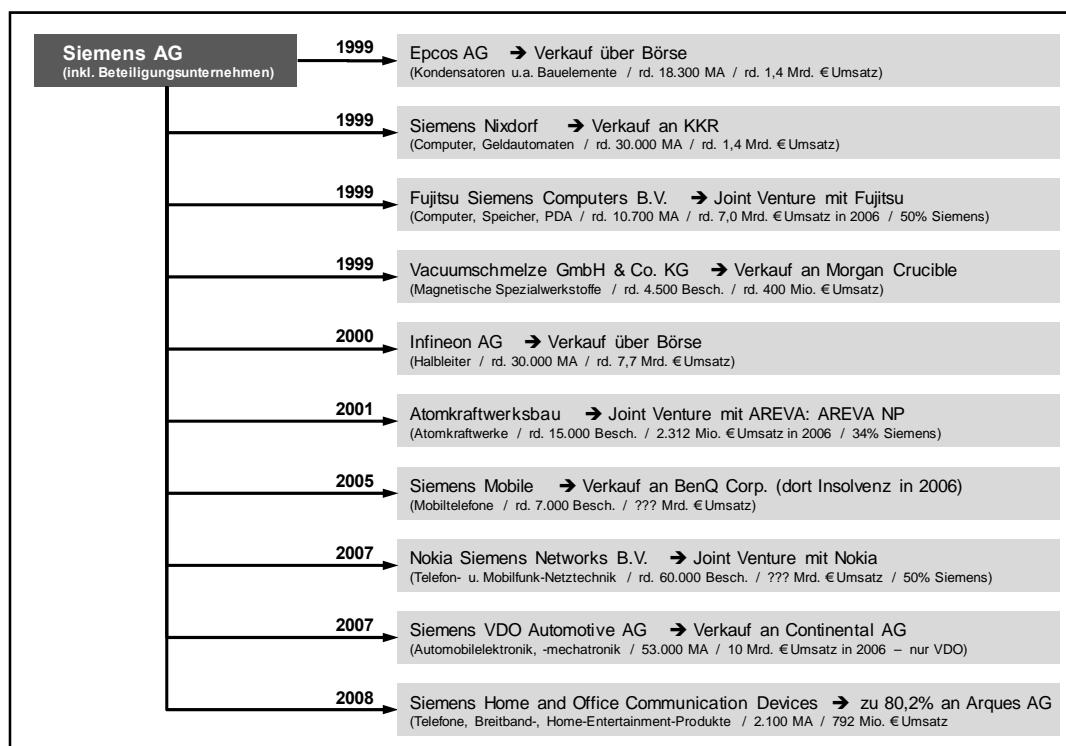
Sehr heterogen ist die Unternehmensstruktur in der Elektroindustrie: An der Spitze der Branche steht die Siemens AG, eines der größten Unternehmen Deutschlands und einer der weltweit bedeutendsten Anbieter von Elektrotechnikgütern. Weltweit erzielte das Unternehmen einen Umsatz von rund 72 Mrd. € und damit mehr als ein Drittel des Wertes, den die gesamte Elektroindustrie in Deutschland erreichte. In vielen Fachzweigen der Branche spielen Großunternehmen eine besonders große Rolle, etwa bei der Herstellung von Geräten und Einrichtungen zur Stromerzeugung und -übertragung (neben Siemens vor allem ABB sowie auch Areva), in der Herstellung elektronischer Bauelemente (z.B. die Siemens-Ableger Infineon und Epcos sowie das US-amerikanische Unternehmen AMD) oder in der Produktion von elektrischen Ausrüstungen für Fahrzeuge (z.B. Bosch). In diesen Segmenten haben kleinere Hersteller oftmals nur eine untergeordnete Bedeutung.

In anderen Bereichen existiert dagegen eine starke Struktur mittelständischer Unternehmen, so etwa in der Medizintechnik, in der Herstellung elektrischer Ausrüstungen für Fahrzeuge und in der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik. Die durchschnittliche Größe der Betriebe mit mehr als 19 Beschäftigten lag in der Elektrotechnischen Industrie im Jahr 2007 bei 146 Personen und damit um rund 11% über dem Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes (132 Beschäftigte). Besonders große durchschnittliche Betriebsgrößen prägen die Herstellung von elektrischen Ausrüstungen für Motoren und Fahrzeuge (293), von Akkumulatoren

und Batterien (264), von Büromaschinen (231) und von elektronischen Bauelementen (220). Deutlich unterdurchschnittliche Betriebsgrößen prägen dagegen die Herstellung von industriellen Prozesssteuerungseinrichtungen (78) sowie die Medizintechnik und die Herstellung von Uhren (jeweils 87 Beschäftigte je Betrieb).

Die Strukturen der Elektroindustrie in Deutschland haben sich in den letzten Jahren stark verändert und ist vor allem durch Umstrukturierungen, Verkäufe von Werken und von Standortentscheidungen bei den großen Konzernen beeinflusst worden. Das größte Unternehmen in der Branche, die Siemens AG, ist hierfür mit der Abgabe ganzer Sparten ein sehr prägnantes Beispiel (vgl. Abb. 4): Durch die Ausgliederung der Mikrochip- bzw. Bauelementesparte sind mit Infineon bzw. Epcos die im jeweiligen Bereich in Deutschland führenden Hersteller entstanden, der Verkauf der Handysparte an BenQ bedeutete den vollständigen Rückzug deutscher OEM's aus der Handyproduktion, und auch aus dem Bereich Consumer Electronics hat sich Siemens mit dem Verkauf der Siemens Home and Office Communication Devices weitgehend verabschiedet. Mit VDO wurde außerdem die Produktion elektrischer Ausrüstungen für Fahrzeuge verkauft.

Abb. 4: Ausgewählte Verkäufe von Aktivitäten der Siemens AG in den vergangenen zehn Jahren



Die Schließung der BenQ-Handyproduktion in Deutschland markierte in 2006 den Anfang vom Ende einer bedeutenden Handyherstellung in Deutschland und fand in 2008 seine Fortsetzung mit der Verlagerung der Handyproduktion des Weltmarktführers Nokia von Bochum nach Rumänien. Auch im Bereich der elektronischen Bauelemente haben vor allem Standortentscheidungen großer Konzerne Einfluss auf die Struktur der Elektroindustrie in Deutschland gehabt: In Sachsen gelang mit Hilfe von Investitionsförderung die Ansiedlung eines großen Werkes von AMD, des weltweit zweitgrößten Herstellers für Computerchips. Insgesamt hat sich die Elektroindustrie vor allem in der Region Dresden nicht zuletzt durch

intensive Wirtschaftsförderung sehr gut entwickelt. Und auch in Thüringen wurde durch zwischenzeitlich intensive Förderung im Halbleiterbereich eine häufig hoch spezialisierte Unternehmenslandschaft geschaffen.

Wachsende Bedeutung gewinnen in der Elektroindustrie reine Auftragsfertiger bzw. Fertigungsdienstleister (sog. Electronics Manufacturing Services, kurz EMS), die für Originalgerätehersteller bzw. Markenanbieter (sog. Original Equipment Manufacturer, kurz OEM) teilweise oder sogar vollständig die Produktion abwickeln. In zwei großen Wellen haben viele OEM zunächst Mitte der 90er Jahre und dann in den letzten ca. fünf Jahren weltweit zahlreiche eigene Fertigungsstätten an EMS-Unternehmen abgegeben. Einige dieser EMS-Anbieter gehören mittlerweile zu den weltweit führenden Herstellern bestimmter Güter, ohne überhaupt mit eigenen Marken oder Produkten am Endkundenmarkt aufzutreten.

Entwickelt hat sich diese Auftragsfertigung auf der Basis der starken, von den jeweiligen Anwendungsfeldern weitgehend unabhängigen Standardisierung von elektronischen Baugruppen, Geräten und Systemen. Neben der reinen Produktion und Qualitäts- bzw. Funktionsprüfung umfasst EMS in vielen Fällen auch Entwicklung und Engineering sowie Logistik. Heute ist die elektrotechnische Auftragsfertigung vor allem eine Domäne südostasiatischer Unternehmen, die mittlerweile oft weltweit tätig sind und auch in Deutschland und anderen westlichen Industrieländern mit Produktionsstandorten vertreten sind. So betreibt beispielsweise das Unternehmen Flextronics (Singapur), einer der weltweit führenden Anbieter, bedeutende Standorte in Kalifornien sowie auch in Deutschland, wo verschiedene Werke von Siemens übernommen wurden.

2.3 Regionale Verteilung der Elektroindustrie in Deutschland

Die regionale Verteilung der Elektrotechnischen Industrie in Deutschland wurde anhand von Daten zur sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung am 30.06.2005 untersucht. Für dieses Stichtag wurden bundesweit flächendeckende Daten über Beschäftigte am Arbeitsort für alle Kreise und kreisfreie hinzugezogen. Dabei wurde in einem ersten Schritt für Deutschland wie auch für alle Kreise und kreisfreien Städte der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in der Elektrotechnik (sowie in allen 3-Steller-Fachzweigen der Elektroindustrie, im Maschinenbau und in der Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen) an den Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe untersucht. Anschließend wurden für alle Wirtschaftsbereiche bzw. Fachzweige die Abweichungen dieses Anteils vom durchschnittlichen Anteil in Deutschland berechnet.

Das niedrigste denkbare Ergebnis dieser Berechnung liegt bei -100% und würde zeigen, dass in einem betreffenden Fachzweig in einem Kreis oder einer kreisfreien Stadt überhaupt keine Beschäftigung vorliegt. Liegt das Ergebnis für einen bestimmten Wirtschaftsbereich oder Fachzweig in einem bestimmten Kreis bei 0%, so hat der betreffende Fachzweig in dem Kreis einen ebenso hohen Anteil an der Beschäftigung im Verarbeitenden Gewerbe wie im Bundesdurchschnitt. Nach oben sind die möglichen Ergebnisse offen – die höchste Abweichung vom Bun-

desdurchschnitt wurde mit 4.917% im Schwarzwald-Baar-Kreis für die Herstellung von Uhren berechnet, d.h. der Anteil der Uhrenherstellung am gesamten verarbeitenden Gewerbe war dort rund 50-mal höher als in Deutschland insgesamt.

Im Ergebnis werden für die gesamte Elektroindustrie deutliche Schwerpunktregionen mit besonders hoher Konzentration in Bayern, in Baden-Württemberg und im südlichen Hessen sichtbar (Abb. 5). Die größten Teile von Niedersachsen, Rheinland-Pfalz, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt weisen jeweils ein deutlich unterdurchschnittliches Gewicht der Elektroindustrie auf. Insgesamt ist durchaus ein hohes Maß an Konzentration festzustellen, wobei Kreise mit der höchsten Konzentrationskategorie in vielen Fällen unmittelbar an Gebiete mit unterdurchschnittlichem Gewicht der Elektroindustrie grenzen.

Im Vergleich mit der Verteilungskarte für den Maschinen- und Anlagenbau (Abb. 5 links) wird deutlich, dass die Beschäftigung hier deutlich gleichmäßiger über das gesamte Bundesgebiet verteilt ist – in Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen gibt es z.B. kaum „weiße Flecken“ mit unterdurchschnittlichem Gewicht und im Gegenzug außerhalb von Baden-Württemberg im Vergleich zur Elektroindustrie deutlich weniger Regionen mit überdurchschnittlicher Bedeutung des Maschinen- und Anlagenbaus. Ein ganz anderes Verteilungsmuster wird (erwartungsgemäß) in der Kraftwagen-Herstellung sichtbar (Abb. 5 Abb. 6 rechts): Die großen Automobilwerke sorgen an ihren wenigen Standorten jeweils für eine besonders hohe Konzentration und für einen vergleichsweise hohen bundesdurchschnittlichen Anteil dieser Branche am Verarbeitenden Gewerbe, so dass Kreise mit mäßigem Besatz von Automobilzulieferindustrie bereits als insgesamt unterdurchschnittlich konzentriert erscheinen.

Insgesamt korrespondiert das Ergebnis mit sehr stark mit den oben dargestellten durchschnittlichen Betriebsgrößen, die unter den drei betrachteten Wirtschaftsbereichen in der Fahrzeughherstellung am höchsten (begünstigt hohe regionale Konzentration) und im Maschinen- und Anlagenbau an niedrigsten (begünstigt gleichmäßige regionale Verteilung) lagen.

Auch die regionale Verteilung von Patentanmeldungen in technischen Gebieten, die für die Elektroindustrie von besonderer Bedeutung sind, zeigt eine besondere Stärke der Länder Baden-Württemberg und Bayern (vgl. Karten im Anhang 1).

Abb. 5: Regionale Konzentration der Elektroindustrie in Deutschland im Jahr 2005 – Abweichung der Kreise und kreisfreien Städte vom Bundesdurchschnitt 0% (eigene Berechnung und Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

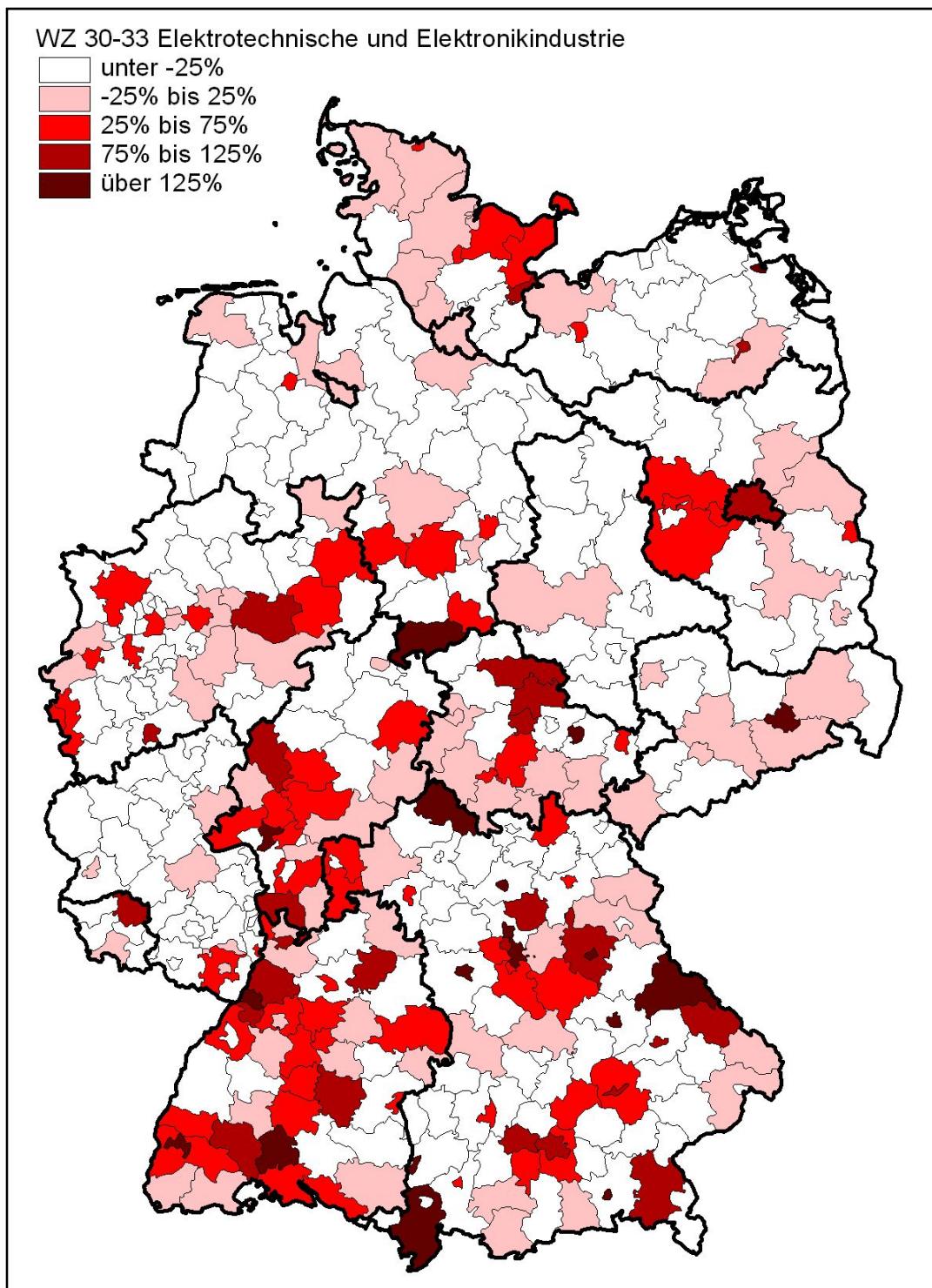
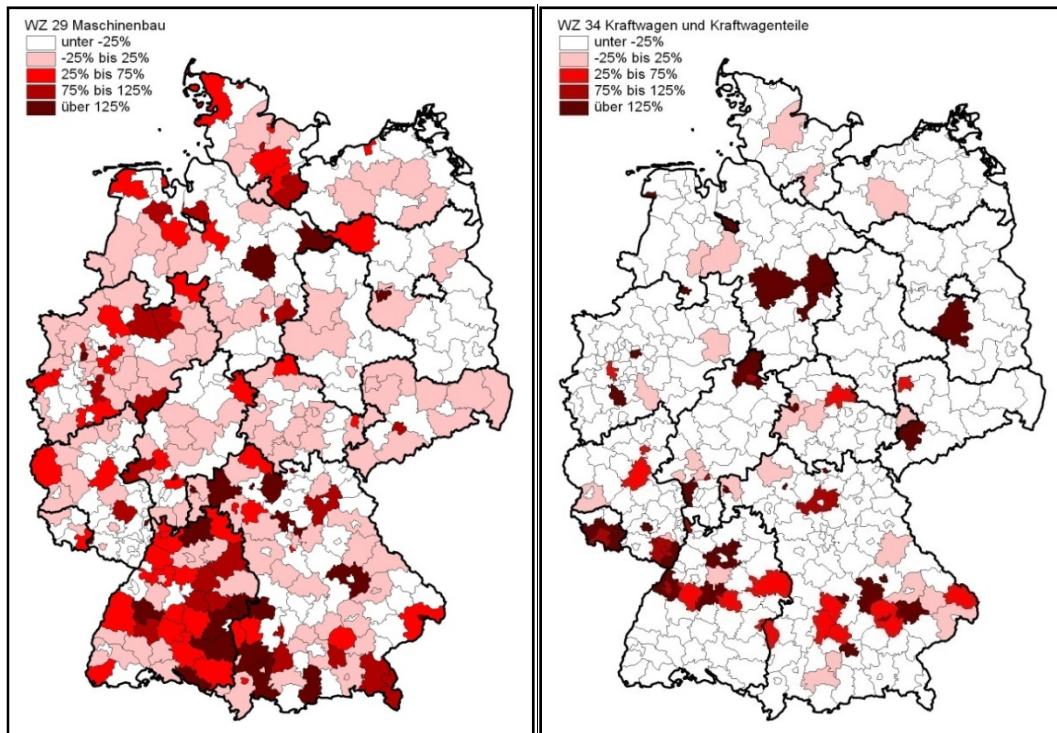


Abb. 6: Regionale Konzentration des Maschinenbaus (links) und der Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen (rechts) in Deutschland im Jahr 2005 – Abweichung der Kreise und kreisfreien Städte vom Bundesdurchschnitt 0% (eigene Berechnung und Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



2.4 Die wirtschaftliche Entwicklung der Elektroindustrie

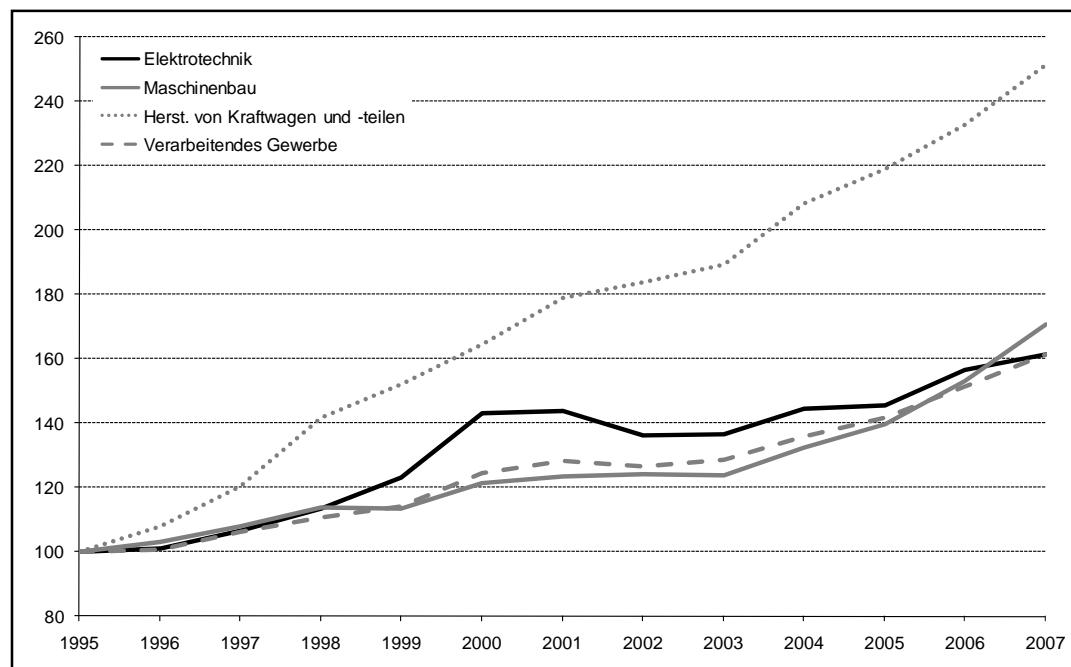
Durch die breiten Einsatzmöglichkeiten für elektrotechnische und elektronische Produkte wirken auf die Elektroindustrie und ihre einzelnen Fachzweige auch vollkommen unterschiedliche Einflüsse. Dies gilt erstens für die Abhängigkeit von konjunkturellen Entwicklungen: Während auf einige Sparten der Elektroindustrie das Konsumverhalten privater Endverbraucher unmittelbar einwirkt, spielen für Investitionsgüterproduzenten die Investitionsbedarfe in bestimmten Anwendungsbereichen (aktuell z.B. im Bereich der Kraftwerke und Stromnetze) eine Rolle, und wiederum andere Fachzweige sind von speziellen Konjunkturen abnehmender Branchen abhängig (z.B. von der Konjunktur im Automarkt für die Elektrotechnik-Autozulieferer). Zweitens sind die einzelnen Bereiche auch jeweils von den unterschiedlichen strukturellen und technologischen Impulsen betroffen, die von den Absatzmärkten ausgehen. Beispiele für solche speziellen Entwicklungen sind in struktureller Hinsicht die derzeit vermehrt stattfindende Verlagerung einzelner Produktionsschritte von Autoherstellern zu Zulieferern und in technologischer Hinsicht die zunehmende Verwendung alternativer und dezentraler Technologien in der Stromerzeugung. Diese Heterogenität innerhalb der Branche drückt sich auch in unterschiedlichen Strukturen und wirtschaftlichen Entwicklungen aus.

Mit Blick auf die gesamte Elektroindustrie war die wirtschaftliche Entwicklung in den vergangenen Jahren geprägt durch erstens starkes Wachstum der (weltweiten) Nachfrage und zweitens einen starken Strukturwandel, in dessen Zuge in

Deutschland in verschiedenen Elektro-Fachzweigen zahlreiche Arbeitsplätze verloren gegangen sind. Antreiber für den starken Anstieg der weltweiten Produktion der Elektroindustrie waren vor allem neuartige Produkte der Informations- und Kommunikationstechnik (z.B. Laptop-Computer, Mobiltelefone) und der Unterhaltungselektronik (z.B. Plasma- und LCD-Fernseher) sowie Digitalkameras.

An Deutschland ist dieses weltweite Wachstum allerdings weitgehend vorbeigelaufen: Gemessen am **Umsatz**, hat sich die Elektroindustrie in Deutschland über den gesamten Zeitraum von 1995 bis 2007 genau entsprechend des Durchschnitts des Verarbeitenden Gewerbes entwickelt: Seit 1995 ist der Umsatz jeweils um 61,4% auf 198 Mrd. € gewachsen (vgl. Abb. 7). Deutlich positiver entwickelten sich dagegen die beiden anderen großen Industriebranchen: Der Maschinenbau verzeichnete im gleichen Zeitraum ein Umsatzplus von 71%, die Kraftwagenherstellung sogar um 151%. Beim branchenübergreifenden Vergleich fällt vor allem die unregelmäßige, zyklische Umsatzentwicklung in der Elektroindustrie auf, die sich von der stetigeren Entwicklung im gesamten Verarbeitenden Gewerbe, im Maschinenbau und in der Kraftfahrzeugindustrie deutlich unterscheidet: Der Umsatz in der Elektroindustrie ist von 1998 bis 2000 besonders stark gestiegen. Das Platzen der „IuK-Blase“ im Jahr 2000 stürzte die Branche weltweit in eine Krise (siehe Kapitel 2.5) und bremste das vorhergehende Wachstum rapide ab. In Deutschland verzeichnet die Elektroindustrie erst seit 2003 wieder steigende Umsätze, wenn auch noch langsamer als im Verarbeitenden Gewerbe.

Abb. 7: *Index der Umsatzentwicklung in den Wirtschaftsbereichen Elektrotechnik, Maschinenbau und Fahrzeugbau sowie im Verarbeitenden Gewerbe, 1995 = 100 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)*

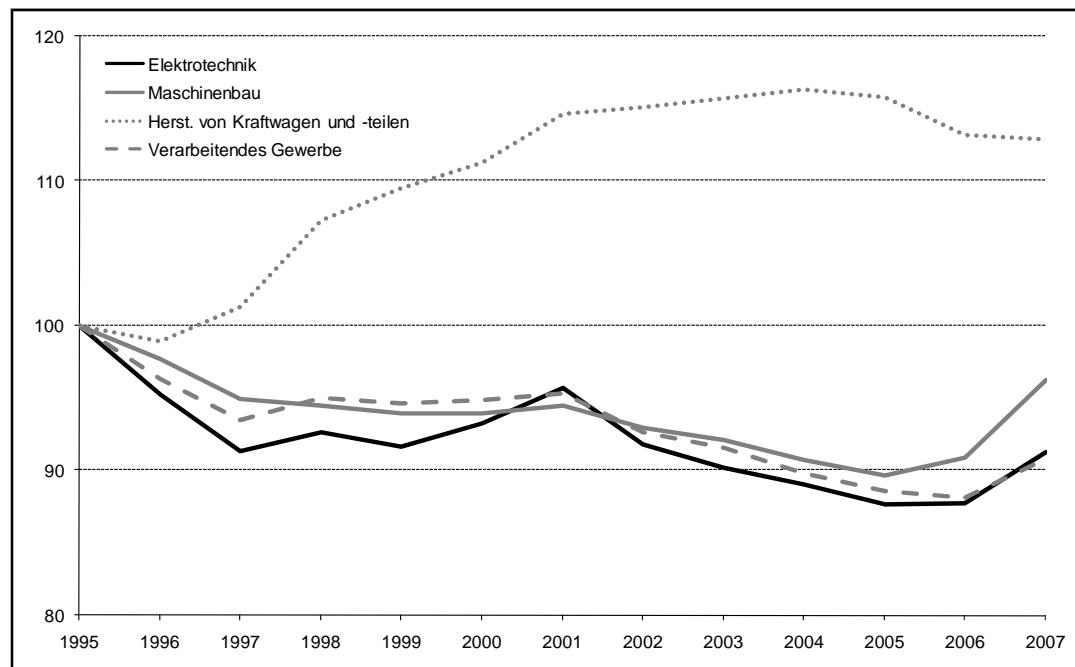


Von Januar bis August 2008 ist der Umsatz in der Elektroindustrie nach Angaben des ZVEI gegenüber dem Vorjahreszeitraum um rund 3% gestiegen, für das gesamte Jahr 2008 wird ein Plus von 4% erwartet (ZVEI 2008b). Das Wachstum wird gegenwärtig ausschließlich von der Inlandsnachfrage (+7%) getragen, während der Auslandsumsatz um 1% gesunken ist. Der Auftragseingang aus dem

Ausland hat gegenüber dem Vorjahreszeitraum um 5% abgenommen, aus dem Inland dagegen lag er um 7% höher. Stark präsentieren sich aktuell vor allem die Bereiche Automation, Energietechnik und Elektromedizin, während sich die Auftragslage für die Hersteller elektronischer Bauelemente – im Jahr 2007 noch ein Bereich mit Zuwachs – in 2008 gegenüber dem Vorjahr verschlechtert hat. Gleichwohl lag die Kapazitätsauslastung aufgrund hoher Auftragsbestände im zweiten Quartal 2008 bei sehr guten 87% (den langjährigen Durchschnitt beziffert der ZVEI mit 83%). Für 2009 prognostizierte der ZVEI im September 2008 ein deutlich verringertes Wachstum von +2% beim Umsatz (ZVEI 2008a).

Die Zahl der **Arbeitsplätze** in der Elektroindustrie (vgl. Abb. 8) hat sich über den gesamten Zeitraum von 1995 bis 2007 mit einem Rückgang um 8,7% annähernd genauso entwickelt wie das gesamte Verarbeitende Gewerbe. Die Beschäftigung ist damit doppelt so stark gesunken wie im Maschinenbau (-3,8%), im Kraftwagenbau dagegen ist die Zahl der Stellen sogar um 12,9% gestiegen. Die Elektroindustrie verzeichnete von 1995 bis 1997 überdurchschnittlich starke Beschäftigungsverluste, anschließend zwei Jahre Stagnation und dann von 1999 bis 2001 einen deutlichen Beschäftigungsaufbau (während die Zahl der Stellen im gesamten Verarbeitenden Gewerbe stagnierte). Nach dem Platzen der IuK-Blase fand 2001 bis 2002 wieder ein überdurchschnittlicher Arbeitsplatzabbau statt. Seit 2005 wird in der Elektroindustrie ungefähr im Trend des Verarbeitenden Gewerbes Beschäftigung aufgebaut, jedoch schwächer als im Maschinenbau. Auch für 2008 erwartet der ZVEI einen weiteren Beschäftigungszuwachs.

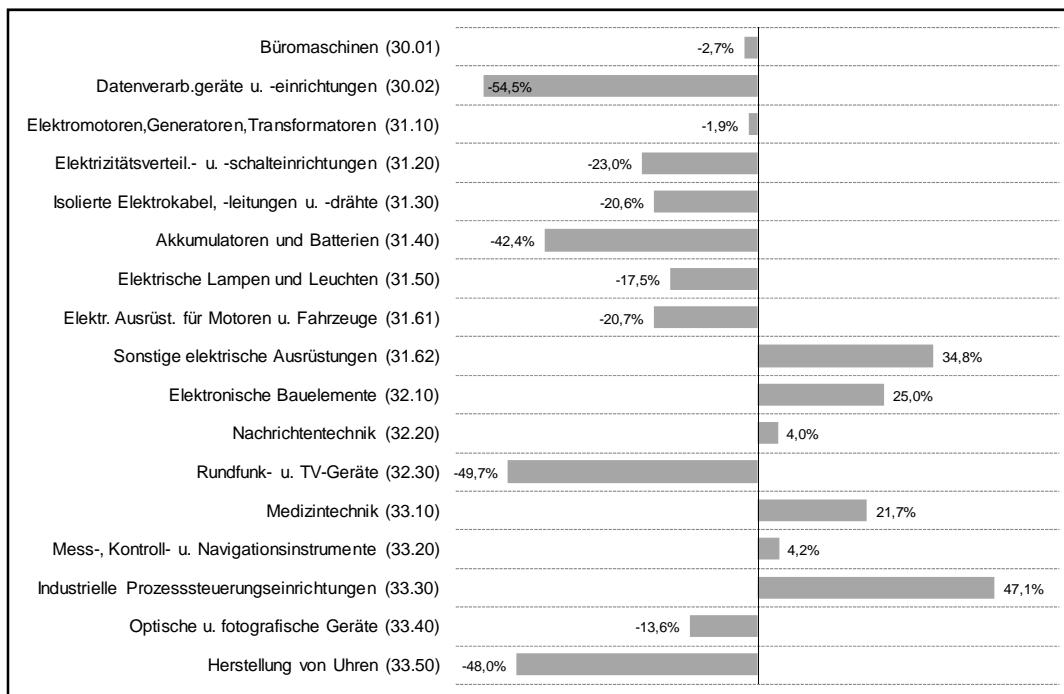
Abb. 8: *Index der Beschäftigungsentwicklung in den Wirtschaftsbereichen Elektrotechnik, Maschinenbau und Fahrzeugbau sowie im Verarbeitenden Gewerbe, 1995 = 100 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)*



Der Blick auf die einzelnen Wirtschaftszweige innerhalb der Elektroindustrie (vgl. Abb. 9) und offenbart sowohl hinsichtlich der Umsatz- wie auch der Beschäftigungsentwicklung eine außerordentlich breite Streuung: So ist die Zahl der Arbeitsplätze von 1995 bis 2007 in der Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten,

von Rundfunk-, Phono- und Videotechnik sowie von Uhren jeweils um etwa die Hälfte, bei der Herstellung von Batterien und Akkumulatoren um 42% zurückgegangen. In vier Fachzweigen gab es eine rundum positive Entwicklung mit deutlichem Beschäftigungsaufbau: In der Herstellung von industriellen Prozesssteuerungseinrichtungen und von sonstigen elektrischen Ausrüstungen wurden die Umsätze jeweils mehr als verdoppelt und die Zahl der Stellen um rund die Hälfte bzw. um ein Drittel gesteigert. Wachstum prägte auch die Herstellung von medizinischen Geräten (Beschäftigung: +22%, Umsatz: +125%) sowie von elektronischen Bauelementen (Beschäftigung: +25%, Umsatz: +379%).

Abb. 9: Entwicklung der Beschäftigung in den Fachzweigen der Elektroindustrie 1995 bis 2007 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



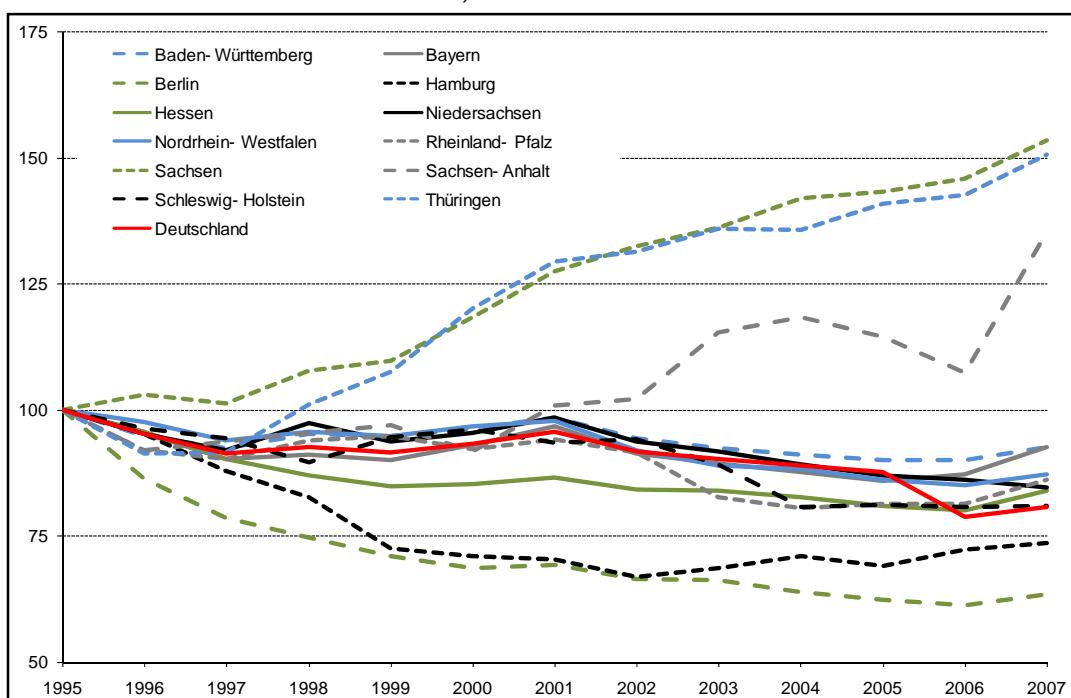
Ansonsten hat es nur noch in der Nachrichtentechnik eine leicht positive Beschäftigungsentwicklung gegeben. In einigen Fachzweigen wurden zwar deutliche Umsatzsteigerungen verzeichnet, die sich allerdings kaum bei der Beschäftigung niederschlugen, so etwa in der Herstellung von Telekommunikationstechnik (Umsatz: +183%, Beschäftigung: +4%) und von Mess-, Kontroll- und Navigationsinstrumenten (Umsatz: +77%, Beschäftigung: +4%). Und in der Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren gab es trotz deutlichen Umsatzwachstums um 128% gleichzeitig einen Stellenabbau um 2%.

Starke Entwicklungsunterschiede sind nicht nur zwischen den Fachzweigen auszumachen, sondern auch zwischen den einzelnen Bundesländern (vgl. Abb. 10). Besonders stark wuchs die Beschäftigung (jeweils um ca. 50%) seit 1995 in Sachsen und Thüringen aufgrund der erfolgreichen Entwicklung der Bauelemente-Produktion und Dresden bzw. optischen und der optoelektronischen Industrie in Jena. Auch in Sachsen-Anhalt wird seit 2002 ein deutlich überdurchschnittliches Wachstum verzeichnet. Unterdurchschnittlich entwickelt sich die Beschäftigung in der Elektroindustrie in Berlin und Hamburg, wo ein Drittel bzw. ein Viertel der Stellen verloren ging.

Tab. 3: Entwicklung von Beschäftigung und Umsätzen in den Fachzweigen der Elektroindustrie von 1995 bis 2007 (eigene Berechnungen nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

| Fachzweig | Beschäftigung | | | Umsatz | | |
|--|----------------|----------------|---------------------|---------------|---------------|---------------------|
| | 1995 | 2007 | Entwickl. 1995-2007 | 1995 [Mrd. €] | 2007 [Mrd. €] | Entwickl. 1995-2007 |
| Herst. v. Büromaschinen, DV-Geräten u. -einrichtungen | 49.558 | 27.723 | -44,1% | 14,39 | 13,27 | -7,7% |
| Herst. v. Büromaschinen | 9.983 | 9.714 | -2,7% | 1,53 | 2,74 | 78,6% |
| Herst. v. Datenverarbeitungsgeräten u. -einrichtungen | 39.575 | 18.009 | -54,5% | 12,85 | 10,54 | -18,0% |
| Herst. v. Geräten der Elektrizitätserzeug., -verteilung | 495.084 | 422.289 | -14,7% | 63,01 | 88,23 | 40,0% |
| Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren | 82.766 | 81.213 | -1,9% | 7,98 | 18,21 | 128,1% |
| Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen | 247.823 | 190.703 | -23,0% | 34,85 | 34,99 | 0,4% |
| Isolierte Elektrokabel, -leitungen u. -drähte | 26.035 | 20.661 | -20,6% | 3,50 | 6,29 | 79,8% |
| Herst. v. Akkumulatoren und Batterien | 10.563 | 6.082 | -42,4% | 1,61 | 2,19 | 36,4% |
| Herst. v. elektrischen Lampen und Leuchten | 36.684 | 30.259 | -17,5% | 4,65 | 5,72 | 23,1% |
| Herst. v. elektrischen Ausrüstungen für Motoren u. Fahrzeuge | 53.292 | 42.249 | -20,7% | 6,35 | 11,34 | 78,8% |
| Herst. v. sonstigen elektrischen Ausrüstungen, a.n.g. | 37.922 | 51.122 | 34,8% | 4,07 | 9,48 | 133,1% |
| Rundfunk- und Nachrichtentechnik | 158.440 | 153.624 | -3,0% | 20,19 | 49,25 | 143,9% |
| Elektronische Bauelemente | 59.233 | 74.051 | 25,0% | 5,36 | 25,65 | 378,8% |
| Herst. v. Geräten u. Einrichtungen der Telekommunikationstechnik | 55.291 | 57.486 | 4,0% | 6,11 | 17,27 | 182,5% |
| Herst. v. Rundfunk-, phono- u. videotechn. Geräten | 43.917 | 22.087 | -49,7% | 8,72 | 6,33 | -27,4% |
| Medizin-, Mess-, Steuer- u. Regel.technik, Optik, Uhren | 233.945 | 251.471 | 7,5% | 25,01 | 47,15 | 88,5% |
| Herst. v. medizinischen Geräten und orthopädischen Erzeugnissen | 79.346 | 96.559 | 21,7% | 8,23 | 18,39 | 123,5% |
| Mess-, Kontroll-, Navigationsinstrumente | 108.942 | 113.470 | 4,2% | 11,79 | 20,90 | 77,2% |
| Industrielle Prozesssteuerungseinrichtungen | 7.276 | 10.700 | 47,1% | 0,89 | 1,92 | 116,9% |
| Herst. v. optischen und fotografischen Geräten | 31.362 | 27.095 | -13,6% | 3,36 | 5,36 | 59,3% |
| Herstellung von Uhren | 7.020 | 3.647 | -48,0% | 0,74 | 0,59 | -21,1% |
| Elektrotechnik | 937.027 | 855.107 | -8,7% | 122,60 | 197,91 | 61,4% |

Abb. 10: Index der Beschäftigungsentwicklung in der Elektroindustrie in Deutschland und den Bundesländern (1995 = 100) (eigene Berechnungen nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



2.5 Die Elektroindustrie - Standort Deutschland und die Entwicklung der internationalen Märkte für Elektrogüter

Der Weltmarkt für Elektrogüter entwickelt sich außerordentlich dynamisch. Hierzu gehört einerseits ein starkes Wachstum der Nachfrage, andererseits hat sich die internationale Arbeitsteilung stark verändert. Gerade dieser letztgenannte Prozess dauert auch gegenwärtig noch an, hat die Entwicklung der Elektroindustrie in Deutschland zuletzt ganz maßgeblich geprägt und wird dies voraussichtlich auch noch weiterhin tun.

Die weltweite Nachfrage nach Elektrogütern wird vor allem durch zwei Faktoren beeinflusst:

- Bei Investitionsgütern steigt deren Elektrotechnik- bzw. Elektronikanteil an, so dass der Elektromarkt stärker als andere Branchen von entsprechender Nachfrage profitiert.
- Bei Konsumgütern spielt die steigende Kaufkraft in den (oftmals sehr bevölkerungsreichen) Schwellenländern eine große Rolle, gleichzeitig sorgen neuartige Produkte auch in den westlichen Industriestaaten für rege Nachfrage.

In den vergangenen Jahren war die Entwicklung des Weltmarktes (vgl. Abb. 11) vor allem durch den rasanten Aufschwung der Informations- und Kommunikationstechnik (IuK-Technik) bis zum Platzen der sogenannten „IuK-Blase“ in 2000 geprägt. Nach einem Wachstum um 29% innerhalb eines Jahres von 1999 bis 2000 fielen die weltweiten Umsätze bis 2003 wieder auf das Niveau von 1999 zurück. Seitdem wurde wieder ein jährliches Wachstum von jeweils rund 6% erreicht, so dass über den Zeitraum von 1995 bis 2005 ein durchschnittliches Wachstum des Weltmarktes von rund 4,5% auf zuletzt 2.132 Mrd. € zu verzeichnen ist. Einschließlich der verbundenen Software und Services betrug die Summe aller elektrotechnischen und elektronischen Produkte, Systeme und Leistungen nach Angaben des ZVEI sogar fast 2.800 Mrd. Euro und übertraf damit die Marktvolumina für Chemikalien, Autos oder Maschinen deutlich.³

Im weltweiten Maßstab ist die Elektroindustrie ein ausgesprochener „Triademarkt“, in dem die Weltregionen Ostasien, Nordamerika und Europa die zentralen Pole darstellen. Innerhalb der OECD gehört Deutschland zu den Staaten, in denen die Elektroindustrie eine hohe Bedeutung hat: Im Jahr 2003 waren 2,7% aller Erwerbstätigen in dieser Branche tätig (vgl. Abb. 12). In vielen anderen Staaten ist das Gewicht der Branche geringer, so etwa in den USA oder in Frankreich. Bedeutende Anteile an den Erwerbstätigen erreicht die Branche in Europa vor allem in Finnland (2,6% der Erwerbstätigen) und Italien (2,1%). In Japan hat die Elektroindustrie mit einem Anteil von 2,9% an allen Erwerbstätigen jedoch ein höheres Gewicht als in Deutschland (zumal unter Berücksichtigung des Umstandes, dass das Verarbeitende Gewerbe insgesamt in Japan ein geringeres Ge-

³ Bei den genannten Zahlen ist zu berücksichtigen, dass sie auf Umrechnungen verschiedener Währungen in EURO zum jeweiligen Kurs eines Jahres basieren und damit auch von den Wechselkursschwankungen beeinflusst werden.

wicht hat). Insgesamt unterscheidet sich die Situation in der Elektroindustrie damit deutlich vom Maschinenbau und von der Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen: Im Hinblick auf das Gewicht dieser Branchen hat Deutschland eine weltweit führende Position unter den großen Industriestaaten, und dies zudem noch mit jeweils deutlichem Abstand vor anderen Ländern.

Abb. 11: Entwicklung des Weltmarkts für Elektroprodukte (eigene Abbildung nach Daten des ZVEI)

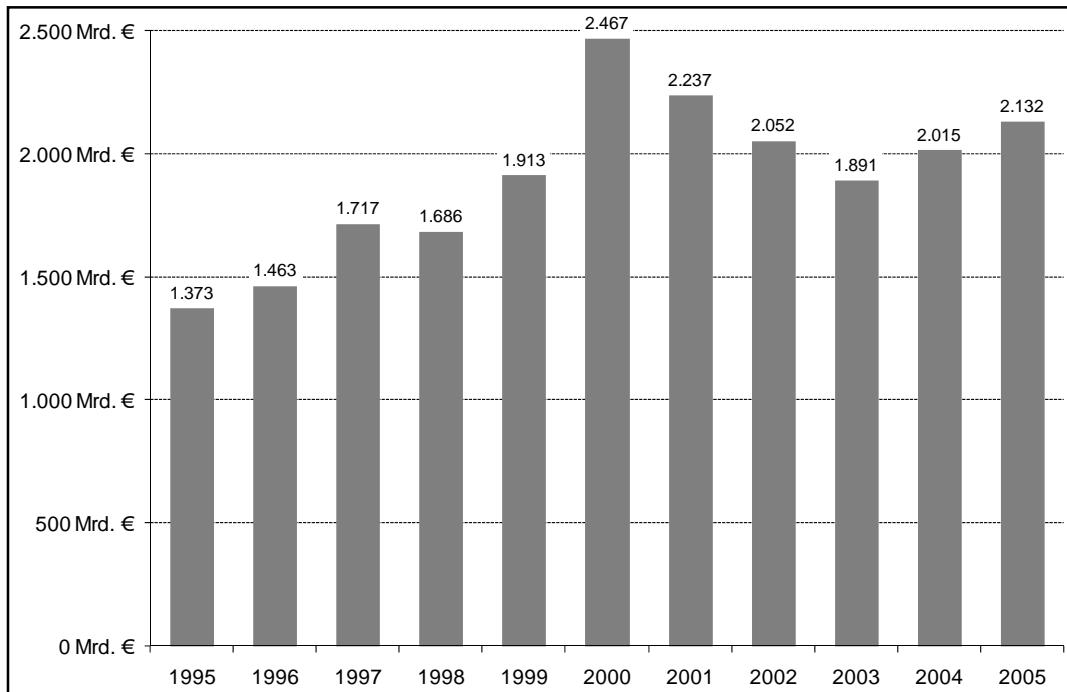


Abb. 12: Sektorale Struktur der Erwerbstätigen in ausgewählten OECD-Ländern 2003 (Schumacher 2004 nach Angaben der OECD, eigene Berechnungen)

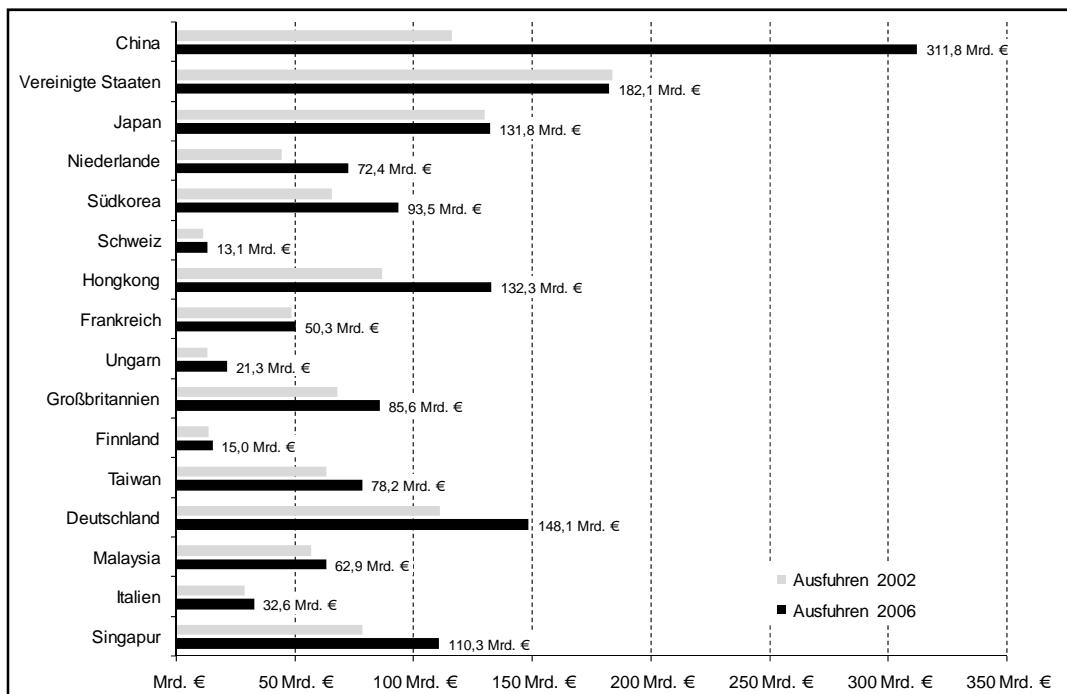
| Wirtschaftszweig | GER | FR | ITA | GBR | NED | BEL | DEN | SWE | FIN | USA | JPN | CAN |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 15-37 Verarbeitendes Gewerbe insgesamt | 20,2% | 15,1% | 21,7% | 12,2% | 12,4% | 14,7% | 15,4% | 16,4% | 18,7% | 10,8% | 17,4% | 13,5% |
| 24 Chemische und Pharmazeutische Industrie | 1,3% | 0,9% | 1,0% | 0,8% | 0,9% | 1,7% | 1,0% | 0,9% | 0,8% | 0,6% | 0,7% | 0,6% |
| 29 Maschinenbau | 3,0% | 1,2% | 2,4% | 1,0% | 1,1% | 1,0% | 2,3% | 2,3% | 2,6% | 0,8% | 2,0% | 0,9% |
| 30 Büromaschinen, DV-Einrichtungen | 0,1% | 0,1% | 0,1% | . | 0,1% | 0,0% | 0,1% | 0,1% | 0,0% | 0,1% | 0,3% | 0,1% |
| 31 Geräte der Elektrizitätserzeugn.-verteil. | 1,4% | 0,6% | 1,0% | . | 0,3% | 0,5% | 0,7% | 0,6% | 0,6% | 0,3% | 0,9% | 0,3% |
| 32 Radio-, TV- u. Nachrichtentechnik | 0,4% | 0,4% | 0,5% | . | 0,5% | 0,4% | 0,4% | 0,7% | 1,5% | 0,5% | 1,4% | 0,5% |
| 33 Medizin- u. MSR-Technik, Optik, Uhren | 0,8% | 0,5% | 0,5% | . | 0,3% | 0,2% | 0,5% | 0,5% | 0,5% | 0,3% | 0,3% | 0,0% |
| 30-33 Gesamte Elektroindustrie | 2,7% | 1,6% | 2,1% | . | 1,2% | 1,1% | 1,7% | 1,9% | 2,6% | 1,2% | 2,9% | 0,9% |
| 34 Kraftwagen und Kraftwagenteile | 2,3% | 1,0% | 0,7% | . | 0,3% | 1,1% | 0,2% | 1,7% | 0,3% | 0,8% | 1,4% | 1,0% |
| 35 Sonstiger Fahrzeugbau | 0,4% | 0,5% | 0,4% | . | 0,4% | 0,2% | 0,3% | 0,5% | 0,7% | 0,4% | 0,2% | 0,4% |
| 50-99 Dienstleistungen | 70,4% | 74,1% | 66,2% | 79,0% | 77,7% | 76,6% | 74,2% | 74,9% | 68,7% | 80,9% | 66,0% | 75,6% |
| 01-14 Übrige Sektoren | 9,4% | 10,9% | 12,1% | 8,9% | 9,9% | 8,6% | 10,4% | 8,7% | 12,7% | 8,3% | 16,6% | 11,0% |
| Summe aller Sektoren | 100,0% |

Bei den Ausfuhren haben sich die Gewichte auf dem Weltmarkt in den letzten zweieinhalb Jahrzehnten allerdings stark zugunsten einiger asiatischer Staaten verschoben. In den 80er Jahren wurde die europäische und amerikanische Elektroindustrie mit einer stark wachsenden japanischen Konkurrenz konfrontiert, die insbesondere in der Unterhaltungselektronik innerhalb weniger Jahre die Spitzen-

position eroberte (siehe hierzu Kapitel 2.6). In den 90er Jahren haben sich dann vor allem Südkorea, Taiwan und Singapur als neue führende Standorte der Elektroindustrie etabliert. Und gegenwärtig findet vor allem in China eine geradezu rasante Entwicklung statt, die den Weltmarkt prägt bzw. sogar bestimmt (vgl. Abb. 13): Das Land entwickelt sich aktuell zu einem führenden Standort für Electronic Manufacturing Services, hat seine Ausfuhren von 2002 bis 2006 auf 312 Mrd. € fast verdreifacht und damit die USA als führende Exportnation innerhalb weniger Jahre weit hinter sich gelassen. Schließt man Hongkong noch mit ein, so lagen die Ausfuhren Chinas 2006 sogar fast ebenso hoch wie die der drei nächstplatzierten Staaten USA, Deutschland und Japan zusammen. Auch Deutschland hat seine Ausfuhren deutlich gesteigert (+34%) und lag damit im Jahr 2006 an dritter Stelle knapp vor Japan.

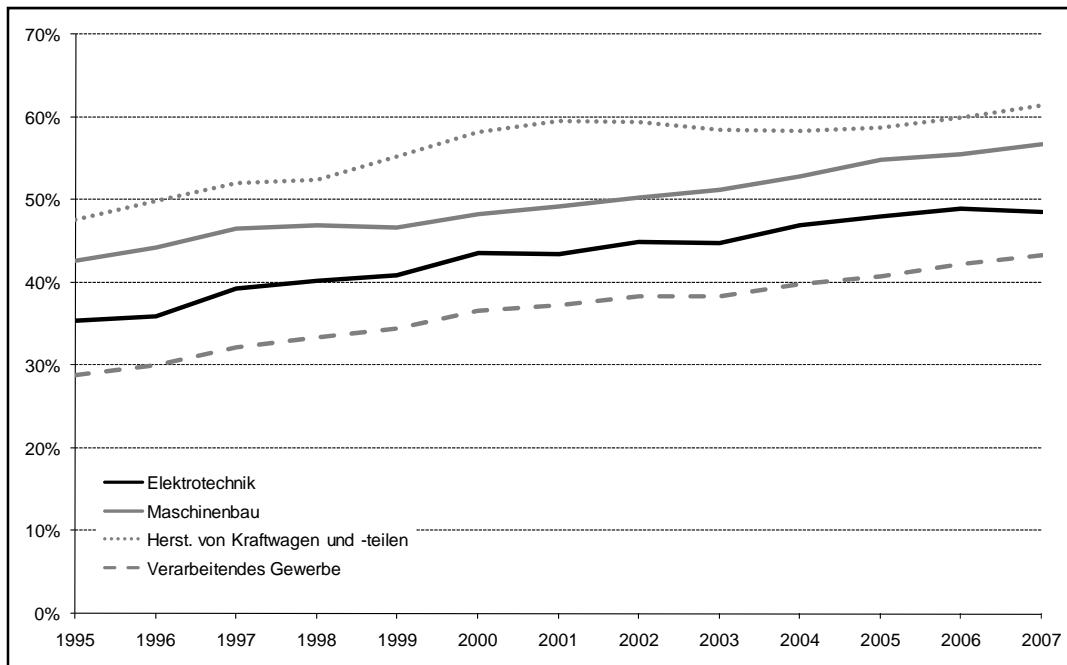
Insbesondere der Aufstieg Chinas und Taiwans ist eng verbunden mit neuen industriellen Wettbewerbsstrategien und Produktionskonzepten, die ihren Ausgangspunkt in der Informations- und Kommunikationstechnik haben und nach den zwei marktbeherrschenden Unternehmen Intel und Microsoft als „Wintelismus“ beschrieben werden. Zentrales Kennzeichen ist die weitgehende Entkoppelung von Produktinnovation und Fertigung: Die technologieführenden Markenunternehmen (im Branchenjargon: Original Equipment Manufacturer, OEM) entledigen sich ihrer Produktion weitgehend oder bauen (bei Neugründungen) überhaupt keine eigene Fertigung auf. Die Produktion wird stattdessen auf Auftragsfertiger (Electronics Manufacturing Services, EMS) verlagert, welche Montage, fertigungsnahes Engineering, Logistik, Teilebeschaffung und ggf. auch Reparatur- und Montagedienste im weltweiten Verbund versehen (vgl. Voskamp 2005, Lüthje 2006). Entsprechende Auftragsfertiger entstanden ab den 90er Jahren verstärkt in Asien, und nach der weltweiten Krise der Elektroindustrie 2000/2001 wurde diese neue Arbeitsteilung zwischen OEM und EMS umso entschlossener durch Restrukturierung der weltweit tätigen Elektrokonzerne umgesetzt. Dabei traten OEM vielfach auch traditionelle Fertigungsstandorte in Europa und den USA an asiatische EMS ab. So prägen EMS-Provider heute auch die Unternehmenslandschaft der Elektroindustrie in Deutschland: Eine Marktübersicht des Internetfachmagazins Elektronikpraxis (www.elektronikpraxis.vogel.de) aus dem Jahr 2007 weist hierzulande rund 130 EMS-Anbieter aus.

Abb. 13: Ausfuhren an Elektrogüter durch die wichtigsten Exportländer in den Jahren 2002 und 2006 (eigene Darstellung nach Daten des ZVEI)



Obwohl Deutschland seine starke Position am Elektro-Weltmarkt in den vergangenen Jahren insgesamt behauptet und sogar ausgebaut hat, darf nicht übersehen werden, dass sich die Situation im Vergleich mit anderen großen Industriebranchen und beim differenzierten Vergleich der einzelnen Elektro-Fachzweige untereinander teilweise ganz anders darstellt. So lag der Auslandsumsatzanteil der deutschen Elektroindustrie im Jahr 2007 mit 49% zwar über dem Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes (43%), allerdings deutlich hinter dem Maschinenbau (57%) und der Kraftwagenherstellung (61%). Zwar hat sich der Anteil des Auslandsumsatzes in der Elektroindustrie seit 1995 deutlich erhöht, folgte dabei aber nur dem Trend des gesamten Verarbeitenden Gewerbes (vgl. Abb. 14), der Rückstand gegenüber dem Maschinenbau hat sich in den letzten drei Jahren sogar vergrößert. Dagegen hat der Fahrzeugbau seinen hohen Auslandsumsatzanteil seit 2001 praktisch nicht mehr gesteigert, wozu auch der Umstand beiträgt, dass deutsche Autohersteller ebenso wie Autozulieferer ihre Produktion im Ausland ausgebaut haben und Exportmärkte durch Fertigung „vor Ort“ bedienen.

Abb. 14: Entwicklung des Auslandsumsatzanteils in der Elektroindustrie, im Maschinenbau, in der Herstellung von Kraftwagen und -teilen sowie im Verarbeitenden Gewerbe (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

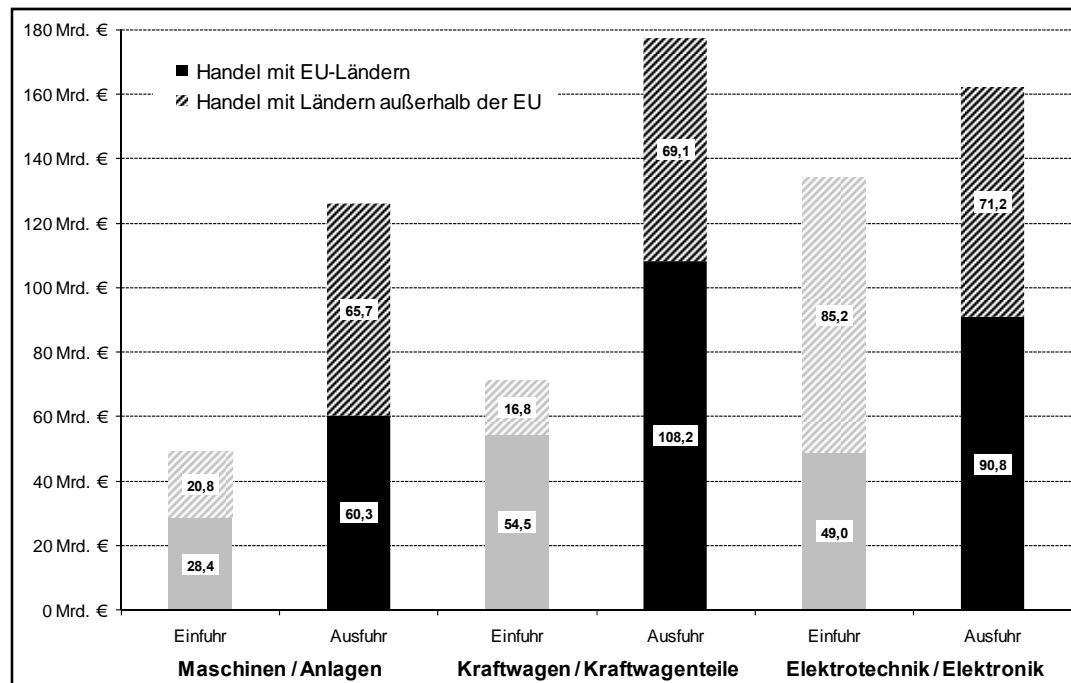


Dass Deutschland mit Blick auf Elektrogüter eine ganz andere, nämlich schwächere Position am Weltmarkt hat als bei Maschinen und Kraftwagen, wird bei einer Betrachtung des Saldos von Exporten und Importen aus der deutschen Außenhandelsstatistik deutlich, in der die Einfuhren und Ausfuhren von Waren erfasst werden und die damit grenzüberschreitende Handelsströme darstellt. So bewegen sich die Ausfuhren an Elektroprodukten zwar in einer ähnlichen Dimension wie bei Maschinen und Kraftwagen(-teilen), werden allerdings auch in einem sehr starken Maße importiert (vgl. Abb. 15). Dadurch weist Deutschland bei Elektroprodukten einen viel geringeren Außenhandelsüberschuss als bei Maschinen und Fahrzeugen auf: Im Jahr 2007 überstieg der Wert der ausgeführten elektrotechnischen Güter die Einfuhren um lediglich 21%, während die Exporte von Kraftwagen und Kraftwagenteilen um 149% und bei Maschinen und Anlagen um 156% (also jeweils um das 2,5-fache) über den Importen lagen (vgl. Abb. 15). Damit ist der Außenhandelsüberschuss von Maschinen etwa dreimal und in von Kraftwagen(-teilen) etwa viermal so hoch wie bei Elektrogütern. Dieses Ergebnis ist vor allem das Ergebnis eines sehr hohen Importvolumens: Die Einfuhr von Elektrogütern nach Deutschland erreichte 2007 den Wert von 137 Mrd. € und hatte damit alleine für sich genommen ein höheres Volumen als die Einfuhr von Kraftwagen und Kraftwagenteilen sowie Maschinen zusammen (121 Mrd. €).

Deutliche Unterschiede gab es zwischen Elektroindustrie, Maschinenbau und Fahrzeugbau auch im Hinblick auf die Absatzmärkte für Exporte und die Herkunftsgebiete der Importe: Während auf der Einfuhrseite fast ein Drittel der elektrotechnischen Güter aus Staaten außerhalb der EU stammten, überwogen bei Maschinen (mit 58%) sowie Kraftwagen und Kraftwagenteilen (mit 77%) die Importe aus anderen EU-Staaten. Auf der Ausfuhrseite wurden mit 56% etwas mehr als die Hälfte der elektrotechnischen Güter in die EU exportiert, während der Anteil der Ausfuhren in andere EU-Staaten bei Kraftwagen und Kraftwagenteile

61% und bei Maschinen und Anlagen 68% betrug. Obwohl also der Auslandsumsatzanteil der Elektroindustrie vergleichsweise niedrig liegt, sind die Handelsverflechtungen Deutschlands im Bereich der Elektrotechnik dennoch deutlich globalisierter als in den Marktfeldern Maschinenbau und Fahrzeugbau. Entsprechend hoch ist auch die Wettbewerbsintensität auf den Märkten für viele Elektrogüter.

Abb. 15: Ausfuhr und Einfuhr von Elektro-Gütern, Maschinen sowie Kraftwagen / Kraftwagenteile im Jahr 2007 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



Der Blick auf die einzelnen Herkunftsländer für Einfuhren (Abb. 16) und die Zielmärkte für Ausfuhren (Abb. 17) von Elektrogütern zeigt, dass sich der Aufstieg Chinas zum weltweit wichtigsten Exporteur auch im Außenhandel Deutschlands niedergeschlagen hat: Aus China stammte 2007 rund ein Fünftel der Importe, aber nur rund 4% der Exporte waren für China bestimmt. Insgesamt wies Deutschland mit China eine negative Handelsbilanz von rund 18,5 Mrd. € aus. Stark negativ war auch die Handelsbilanz mit Japan (-8,9 Mrd. €), und bezieht man Taiwan, Südkorea, Singapur, Hongkong, Indonesien und Thailand in die Betrachtung ein, so belief sich die Handelsbilanz mit dieser Weltregion auf insgesamt -37,1 Mrd. €. Ein sehr wichtiger Handelspartner sind zudem die USA, von wo in 2007 Waren im Wert von rund 13 Mrd. € importiert (ca. 10%), im Gegenzug allerdings auch Waren für 11,4 Mrd. € ausgeführt wurden.

Mit europäischen Staaten weist Deutschland überwiegend positive Handelsbilanzen aus: Innerhalb der EU betrug das Außenhandelssaldo rund 41 Mrd. €. Wichtigste Absatzmärkte sind hier Frankreich, Großbritannien und Italien, deutliches Gewicht haben mittlerweile aber auch Polen und die Tschechische Republik gewonnen. Insgesamt konzentrieren sich die Importe in stärkerem Maße als die Exporte auf wenige Handelspartner: Etwas mehr als die Hälfte aller Einfuhren stammte aus nur sechs Staaten, rund 88% aus den zwanzig wichtigsten Ländern. Auf der Exportseite betrug der Anteil der sechs wichtigsten Zielmärkte nur 38%, und die zwanzig wichtigsten Bestimmungsländer entfielen 76% Ausfuhren.

Abb. 16: Die zwanzig wichtigsten Herkunftsländer für Elektroimporte nach Deutschland in 2007 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

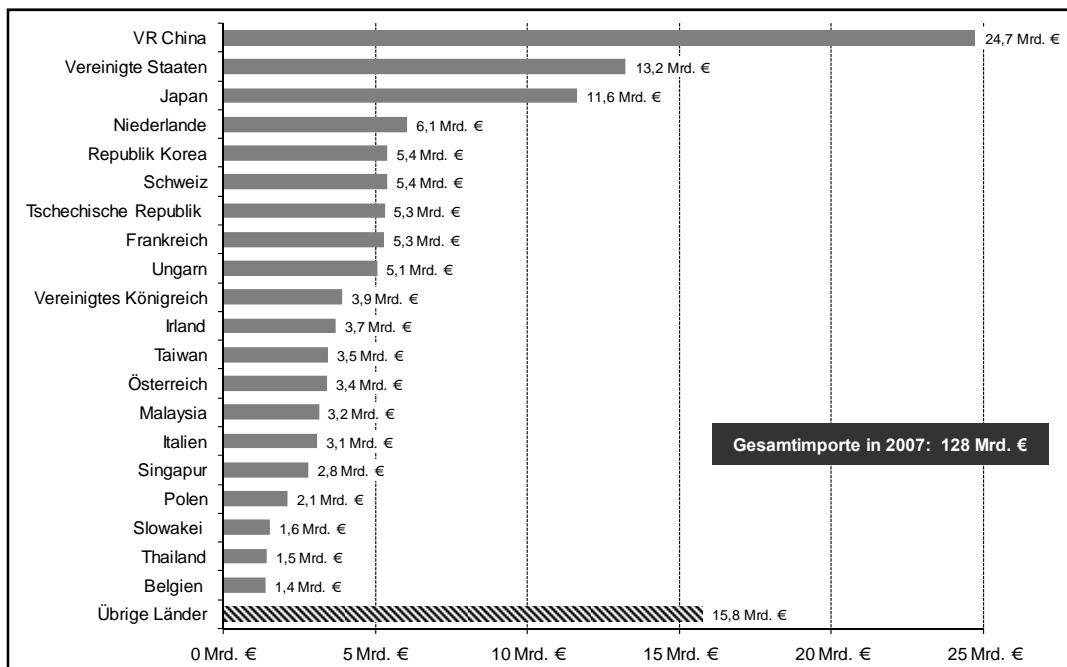
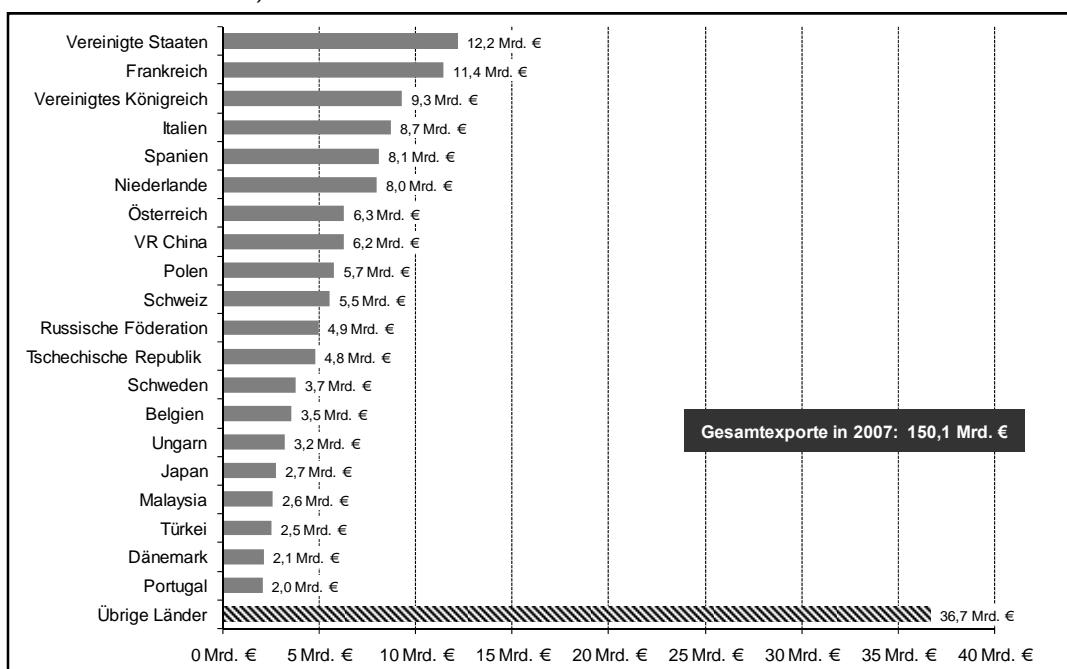


Abb. 17: Die zwanzig wichtigsten Zielmärkte für Exporte von Elektrogütern aus Deutschland in 2007 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



Eine besondere Rolle spielen mittlerweile osteuropäische Staaten für die deutsche Elektroindustrie: Viele deutsche Unternehmen haben dort in den vergangenen Jahren in großem Umfang investiert. In den zehn Staaten, die in dieser Hinsicht am wichtigsten waren, beschäftigten deutsche Elektrohersteller nach Angaben des ZVEI im Jahr 2006 bereits über 1,1 Mio. Mitarbeiter (Irmer 2008) – dies wäre ein Drittel mehr Stellen als die gesamte Branche in Deutschland aufweist. Von 2002 bis 2006 ist diese Zahl nach Verbandsangaben um rund 320.000

bzw. 40% gestiegen – in Deutschland wurden im selben Zeitraum rund 39.000 Stellen abgebaut. Die wichtigsten Ziele für Investitionen deutscher Produzenten in Osteuropa sind Tschechien und Polen mit zusammen fast 500.000 Beschäftigten. Bemerkenswert ist die Entwicklung in der Ukraine, wo sich die Stellen in Werken deutscher Hersteller von 2004 bis 2006 verfünffacht haben sollen (vgl. Tab. 4).

Tab. 4: *Beschäftigte deutscher Elektrohersteller in ausgewählten Staaten Osteuropas (eigene Darstellung nach Daten des ZVEI)*

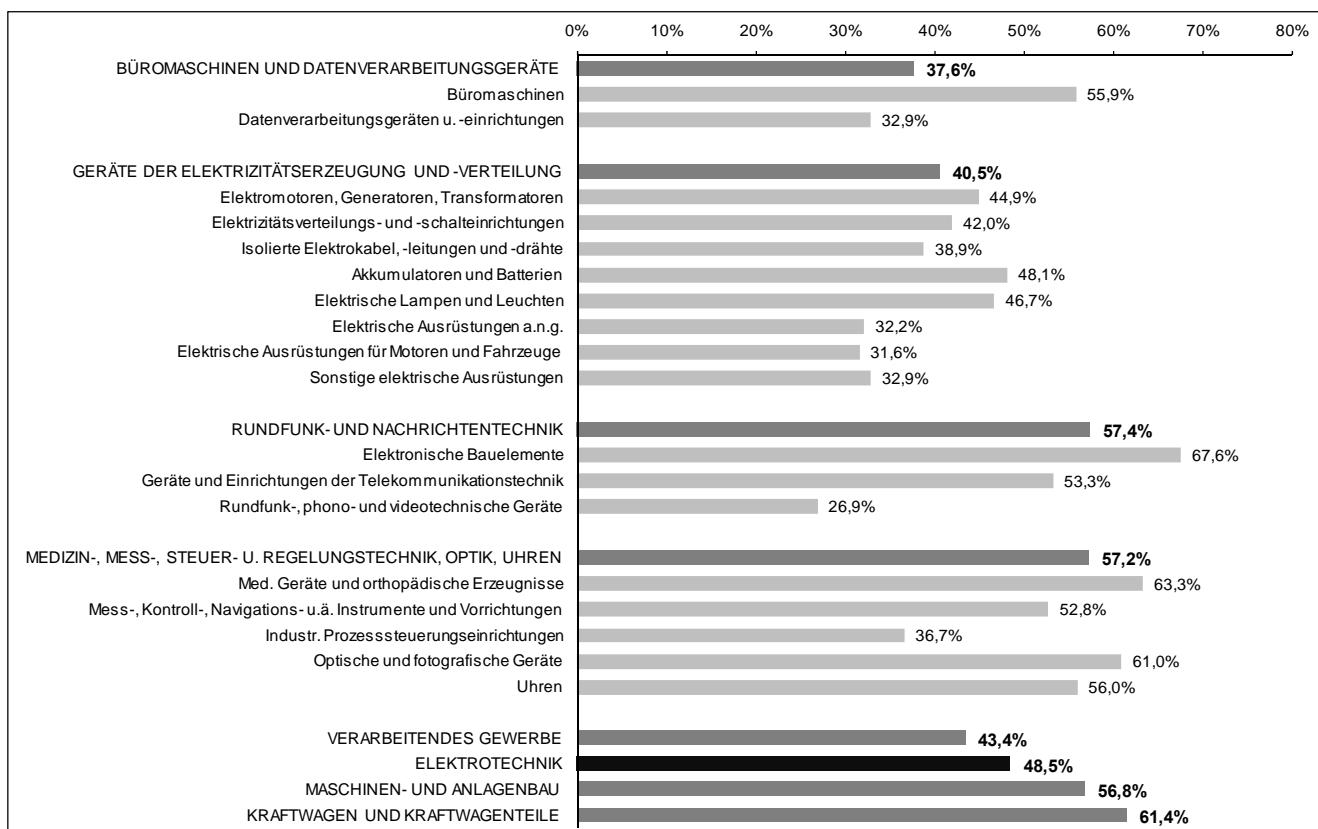
| Land | Beschäftigte deutscher Elektrohersteller | | | Veränderung 2002-2006 |
|------------|--|---------|---------|--------------------------|
| | 2002 | 2004 | 2006 | |
| Tschechien | 204.000 | 216.000 | 249.000 | 22,1% |
| Polen | 202.000 | 205.000 | 238.000 | 17,8% |
| Ungarn | 145.000 | 142.000 | 150.000 | 3,4% |
| Russland | 67.000 | 97.000 | 136.000 | 103,0% |
| Rumänien | 46.000 | 65.000 | 113.000 | 145,7% |
| Slowakei | 79.000 | 82.000 | 91.000 | 15,2% |
| Ukraine | 13.000 | 13.000 | 80.000 | 515,4% |
| Bulgarien | 14.000 | 17.000 | 27.000 | 92,9% |
| Kroatien | 18.000 | 22.000 | 20.000 | 11,1% |
| Slowenien | 9.000 | 9.000 | 12.000 | 33,3% |

Umfangreiche Direktinvestitionen im Ausland – auch durch deutsche Hersteller – sind in der Elektroindustrie zunächst nicht ungewöhnlich. Deutlich mehr Beschäftigte haben deutsche Unternehmen sogar noch in Großbritannien (345.000), Frankreich (303.000) und Österreich (252.000), wobei allerdings dortige Engagements in vielen Fällen auf die Übernahme von Unternehmen zurückzuführen sind. Dagegen sind osteuropäische Staaten für deutsche Hersteller offenkundig besonders kostengünstige Produktionsstandorte und wichtige Wachstumsmärkte gleichermaßen, und Direktinvestitionen dienen dann teilweise zum Aufbau von Fertigungsstandorten und teilweise für Handelsniederlassungen zur Erschließung und Bearbeitung der jeweiligen Märkte. Diese Annahme wird auch durch die Zahlen der Außenhandelsstatistik gestützt: Polen, Russland, Tschechien und Ungarn finden sich mittlerweile unter den 20 wichtigsten Exportzielen.

Vor allem in Tschechien und Ungarn sind Direktinvestitionen jedoch vielfach eine Folge von kostenorientierten Produktionsverlagerungen, was sich auch in einer negativen Handelsbilanz mit diesen Staaten aufgrund von Reimporten nach Deutschland niederschlägt. Zwar stößt solches Offshoring bei Fertigungen, in denen es um individuelle und kundenorientierte Lösungen geht (z.B. bei Servern für die IT-Netzwerke von Unternehmen), auch schnell auf Grenzen, so dass in den letzten Jahren auch Rückverlagerungen zu beobachten waren. Standardisierte Montagetätigkeiten (Assembling), wie sie in nahezu allen Fachzweigen der Elektroindustrie mehr oder weniger stark vorkommen, haben sich dagegen in großem Umfang erfolgreich in Osteuropa etabliert und sind sogar inzwischen ihrerseits dort durch eine Verlagerung nach Südostasien bedroht.

Die einzelnen Elektroindustrie-Fachzweige sind in sehr unterschiedlichem Maße in die Exportwirtschaft einbezogen, so dass sich beim Auslandumsatzanteil große Unterschiede zeigen: Die Spannweite reichte 2007 von 27% bei der Herstellung von Rundfunktechnik am unteren Ende bis 68% bei den elektronischen Bauelementen am oberen Ende (vgl. Abb. 18). Nur 7 der 18 Elektrofachzweige erzielen mehr als die Hälfte ihres Umsatzes im Ausland. Bemerkenswert ist dieses Ergebnis insbesondere im Vergleich mit dem deutlich exportstärkeren Maschinenbau, unter dessen Fachzweigen die Spannweite im Jahr 2007 von immerhin noch 41% Auslandumsatzanteil bei der Herstellung kälte- und luf 技术ischer Erzeugnisse bis 78% im Maschinenbau für das Textil-, Bekleidungs- und Leder gewerbe reicht – hier lässt also der Fachzweig mit dem anteilig geringsten Auslands geschäft beim Export alleine sieben Elektroindustrie-Fachzweige hinter sich.

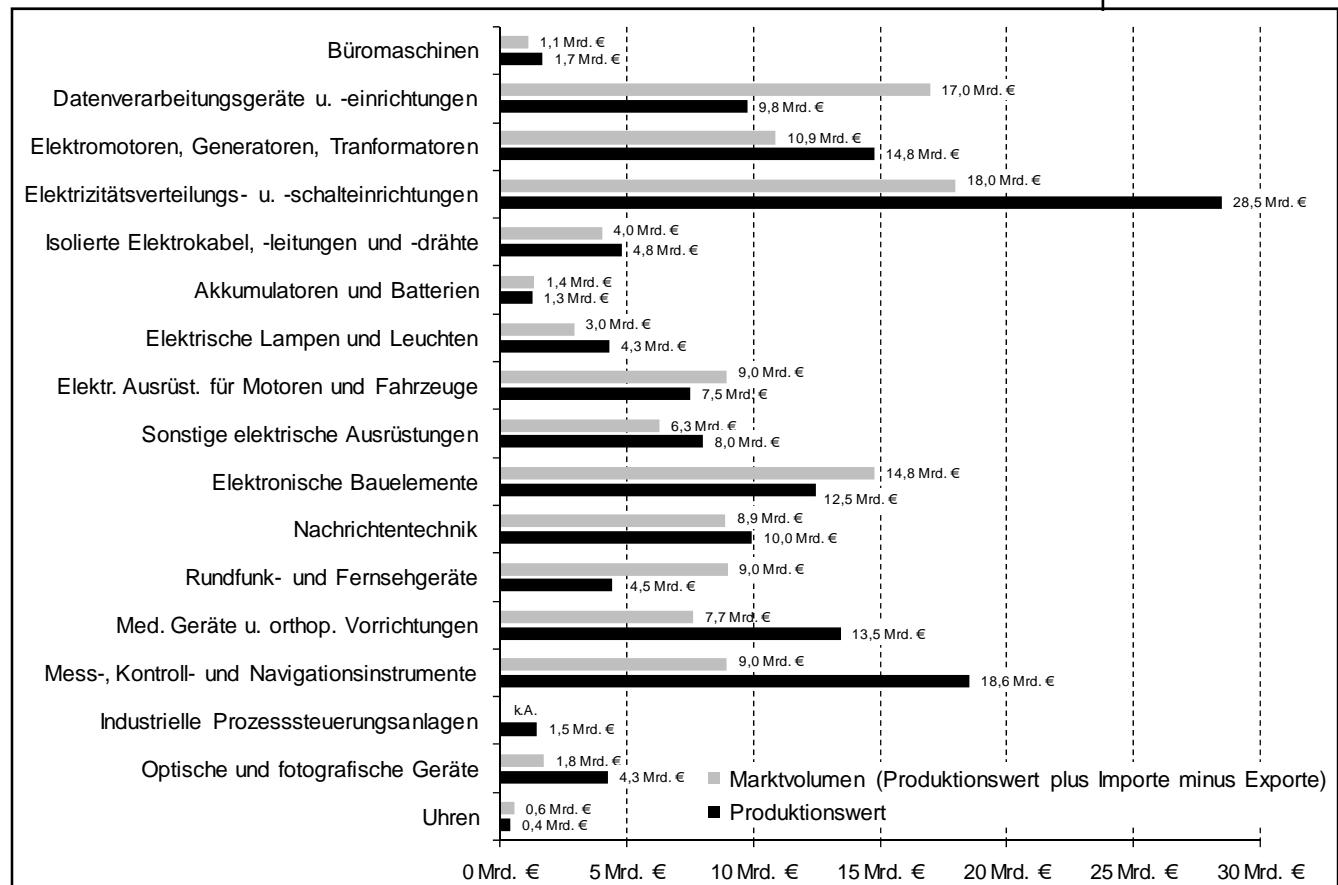
Abb. 18: Anteil des Auslandumsatzes am Gesamtumsatz in den Wirtschaftszweigen des Elektroindustrie im Jahr 2007 (eigene Berechnung auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamtes)



Vergleicht man für einzelne Elektro-Gütergruppen den Produktionswert in Deutschland und das inländische Nachfragevolumen (berechnet als Produktionswert plus Einführen minus Ausführen), so wird deutlich, dass Deutschland in vielen Feldern weniger produziert als das inländische Nachfragevolumen (vgl. Abb. 19). In besonderer starker Weise gilt dies für Datenverarbeitungsgeräte sowie Rundfunk- und Fernsehgeräte, wo die inländische Nachfrage jeweils ungefähr doppelt so hoch ist wie die Produktion in Deutschland. Und auch bei den elektrischen Ausrüstungen für Fahrzeuge und bei elektronischen Bauelementen liegt die Produktion in Deutschland deutlich niedriger als das Marktvolumen. Dagegen übersteigt die Produktion von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen,

von Generatoren, Transformatoren und Elektromotoren, von Medizintechnik sowie von Mess-, Kontroll- und Navigationsinstrumenten den Umfang der Inlandsnachfrage sehr deutlich.

Abb. 19: *Produktionswert und Volumen des Inlandsmarktes in Deutschland für die verschiedenen elektrotechnischen und elektronischen Gütergruppen (eigene Berechnungen nach Daten des Statistischen Bundesamtes)*



Besonders negativ stellt sich die Situation vor allem in den wichtigen Gebrauchsgüter-Sparten dar, die früher teilweise zu den ausgesprochenen Stärken der deutschen Elektroindustrie zählten:

- Rundfunk-, phono- und videotechnische Geräte wurden 2007 im Wert von 13 Mrd. € eingeführt, ausgeführt dagegen nur im Wert von 7,7 Mrd. €. Der Auslandsumsatz dieses Wirtschaftszweiges erreichte 2007 lediglich noch 1,7 Mrd. € und lag damit um die Hälfte niedriger als noch im Jahr 2005. Diese Entwicklung schlägt auch auf den Gesamtumsatz durch, der zuletzt 6,3 Mrd. € erreichte und damit seit 1995 um etwas mehr als ein Viertel zurückgegangen ist. Der Anteil der Exporte am Gesamtumsatz erreichte damit im Jahr 2007 nur noch 27% (1995: 39%).
- In der Nachrichten- und Kommunikationstechnik wurden im Jahr 2006 erstmals mehr Güter importiert als ausgeführt, obwohl noch im Jahr 2000 die Exporte um mehr als ein Drittel über den Importen lagen. 2007 lagen Ausfuhren und Einfuhren etwa gleich hoch. Der Umsatz in der Herstellung von Telekommunikationstechnik ist von 2001 bis 2007 um 38% gesunken, obwohl dieser Markt im In- und Ausland – angetrieben durch die Verbreitung des Mobil-

funks – zu den wachstumsstärksten Marktsegmenten unter den Elektrogütern überhaupt gehört. Der Auslandsumsatzanteil der deutschen Betriebe in diesem Fachzweig lag zuletzt bei 53%.

- Bei den Büro- und Datenverarbeitungsmaschinen standen im Jahr 2007 Einfuhren im Wert von 32,2 Mrd. € Exporte in Höhe von 24,6 Mrd. € gegenüber. Der Umsatz erreicht in dieser Sparte nur noch 13,3 Mrd. €. Bei den Datenverarbeitungsgeräten (ohne Büromaschinen) erreichte der Umsatz noch 10,5 Mrd. € und lag damit um 27% niedriger als im Jahr 2002, der Anteil des Auslandsumsatzes am Gesamtumsatz betrug zuletzt hier noch 33%.

In diesen drei Segmenten ist die deutsche Industrie mittlerweile in weiten Bereichen gegenüber Wettbewerbern aus Südostasien und den USA abhängig. Dieser Niedergang lässt sich exemplarisch auch an Unternehmensnamen dokumentieren, etwa Nixdorf bzw. Siemens-Nixdorf und Triumph-Adler bei den Büro- und Datenverarbeitungsmaschinen oder Siemens bzw. BenQ und Nokia bei der Nachrichten- und Kommunikationstechnik. Am deutlichsten ist der Niedergang wohl in der Unterhaltungselektronik, die einst eine ausgesprochene Domäne der deutschen Elektroindustrie war, weltweites Renommee besaß und bis in die 80er Jahre hinein das Erfolgskonzept des „Made in Germany“ geradezu idealtypisch verkörperte. Die deutschen Fernsehhersteller SABA, Nordmende und Telefunken sind ebenso vollständig vom Markt verschwunden wie der HiFi-Spezialist Dual, vom ehemaligen führenden TV-Gerätehersteller Grundig ist eine Entwicklungsabteilung in Nürnberg geblieben, die zu einem türkischen Unternehmen gehört.

Andere Elektro-Fachzweige sind im internationalen Vergleich dagegen offenkundig sehr wettbewerbsfähig. Dies gilt insbesondere für:

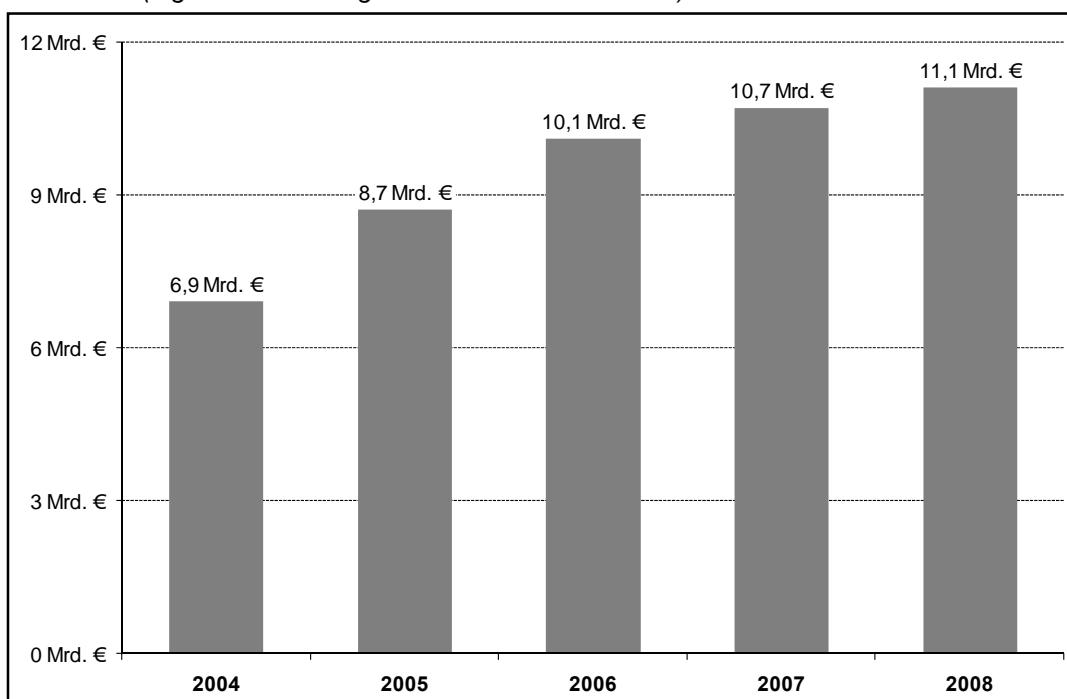
- Energietechnik (der Wirtschaftszweig 31 ohne die Herstellung von Lampen und Leuchten und von elektrischen Ausrüstungen): Hier überstiegen im Jahr 2007 die Exporte (36,9 Mrd. €) die Einfuhr (23,1 Mrd. €) um 60%. Der Auslandsumsatz wurde seit 1995 um knapp zwei Drittel gesteigert – sein Anteil am Gesamtumsatz betrug im Jahr 2007 rund 43%. Die gesamten Umsätze in diesem Fachzweig sind seit 1995 um rund 28% auf 59,5 Mrd. € gestiegen.
- Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik: Die Exporte sind in diesem Fachzweig in den vergangenen Jahren stark gestiegen, erreichten zuletzt 21,8 Mrd. € und überstiegen damit die Importe um mehr als das Doppelte. Der Umsatz stieg in diesem Bereich seit 1995 um 80% von 12,7 auf 22,8 Mrd. €, die Exportquote lag zuletzt bei 51%.
- Medizintechnik: Die Exporte medizintechnischer Güter haben sich seit 2000 auf 14 Mrd. € mehr als verdoppelt und lagen um 79% über den Einfuhr. Der Umsatz in der Herstellung von Medizintechnik ist seit 1995 um 124% auf 18,4 Mrd. € gestiegen, knapp zwei Drittel hiervon werden durch Exporte erzielt.

Diese gegensätzlichen Entwicklungen markieren eindrucksvoll den beherrschenden Trend in der deutschen Elektroindustrie: Sie ist seit den 80er Jahren zur einer Branche geworden, die ganz überwiegend Investitionsgüter herstellt, deren Anteil an allen in Deutschland hergestellten Elektrogütern nach Angaben des ZVEI im Jahr 2007 rund 72% ausmachte. Weitere 25% der Produktion entfielen auf Zuliefer-Komponenten. Der Anteil der Gebrauchsgüter machte in der deutschen Elekt-

roindustrie dagegen nur noch 3,4% aus. Damit läuft ein maßgeblicher, stark wachsender Teil der Nachfrage nach Elektrogütern inzwischen fast vollständig an der deutschen Branche vorbei: Neue Produkte wie Mobilfunktelefone, MP3-Player, Flachbildschirm-Fernseher, digitale Foto- und Videokameras oder Videospielkonsolen haben der Elektroindustrie weltweit, aber auch in Deutschland breite und teilweise vollkommen neue Absatzmöglichkeiten eröffnet.

So wird für 2008 alleine in Deutschland ein Absatz von 11,1 Mrd. € mit digitalen Consumer Electronics erwartet, was ein Wachstum von über 60% seit 2004 bedeuten würde (vgl. Abb. 20). In den letzten zwei Jahren hat sich das Marktwachstum zwar verlangsamt (ca. +5% jährlich), doch gerade diesem Marktsegment werden durch die fortschreitende Integration mit der Informations- und Kommunikationstechnik auch für die Zukunft gute Perspektiven eingeräumt. An der deutschen Elektroindustrie geht dieses Wachstum jedoch weitgehend spurlos vorüber: Der Umsatz und die Zahl der Arbeitsplätze in der Herstellung von Rundfunk-, Fernseh- und Videotechnik sind seit 2004 jeweils um 7% gesunken.

Abb. 20: *Entwicklung des Marktes für digitale Consumer Electronics in Deutschland (eigene Darstellung nach Daten des BITKOM)*



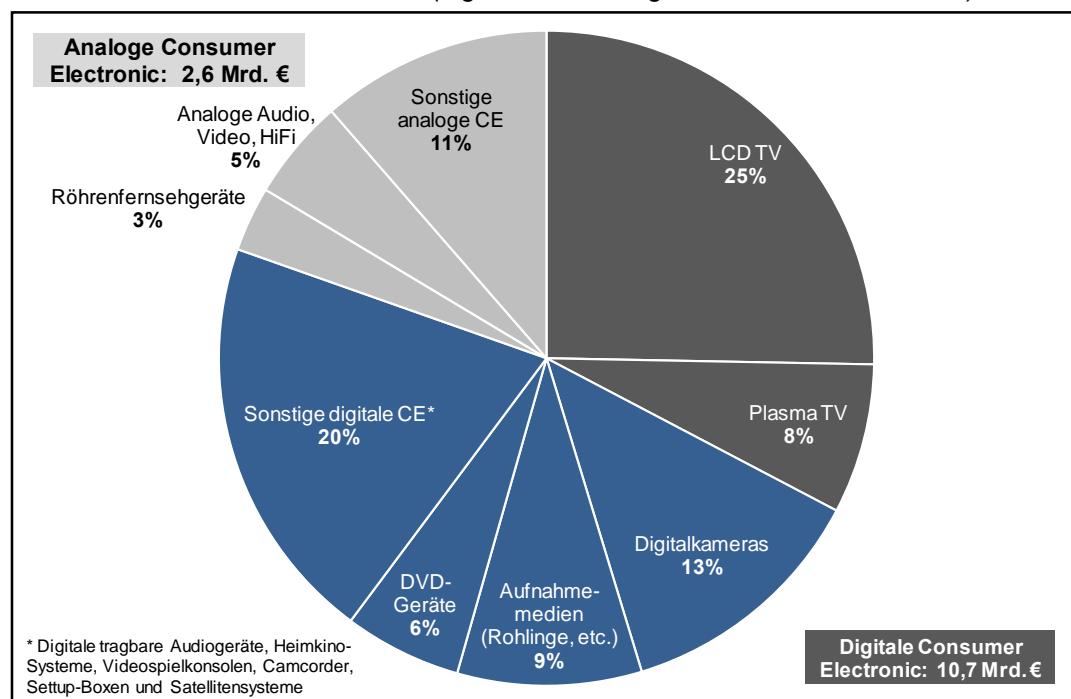
2.6 Wirkungsmuster und Ursachen beim Niedergang der Consumer Electronics-Sparte in Deutschland

Die unterschiedlichen, letztlich sogar stark gegensätzlichen Entwicklungen der einzelnen Elektrotechnik-Fachzweige und insbesondere der Niedergang der Unterhaltungselektronik, die die deutsche Elektroindustrie früher ganz maßgeblich mitgeprägt hat, wirft die Frage nach den zugrunde liegenden Ursachen auf. Erstens sind schließlich die Märkte für nahezu alle Elektroprodukte gewachsen. Und zweitens sollte die Elektroindustrie für eine erfolgreiche Entwicklung am Standort

Deutschland besonders prädestiniert sein: Grundsätzlich ist die Elektroindustrie ein sehr wissensintensiver Wirtschaftszweig, der von einer vergleichsweise hohen Innovationsrate und dynamischen Technikentwicklung geprägt ist und deshalb von der Verfügbarkeit qualifizierter Beschäftigter besonders profitieren sollte.

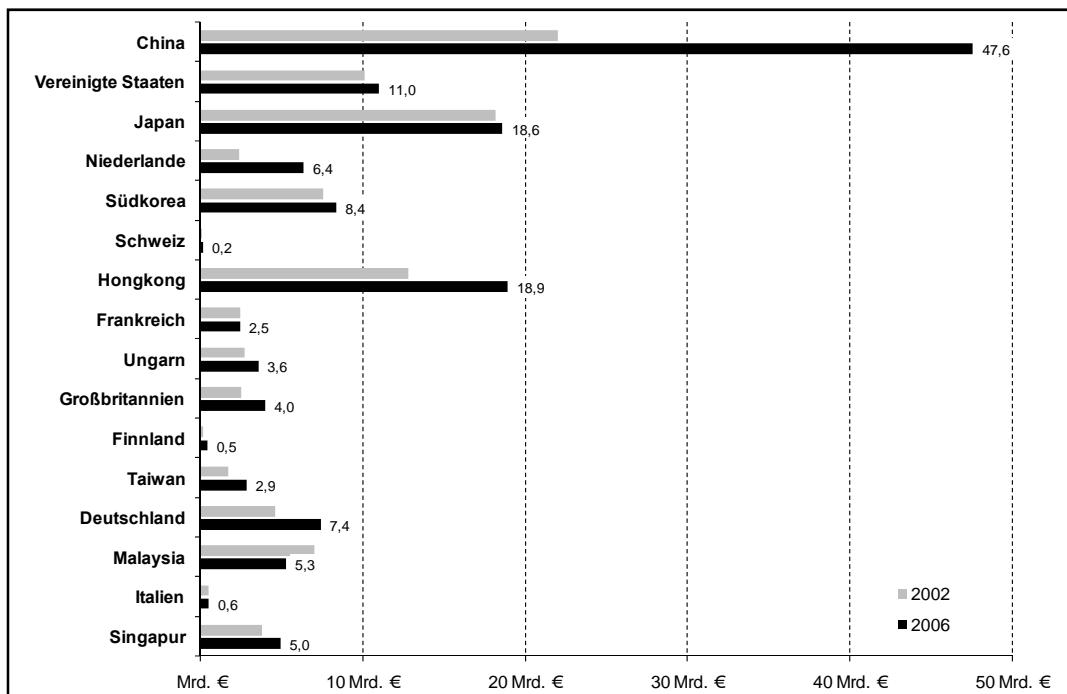
Als Consumer Electronics (CE) werden heute die Fernseher, Video-, Audio- und Fototechnik, Camcorder, Spielekonsolen, Settopboxen, Heimkinosysteme, Satellitentechnik und Aufnahmemedien wie DVD-Rohlinge als Elektroprodukte für das sogenannte Home Entertainment zusammengefasst. Mehr als ein Drittel des Umsatzes in diesem Segment wird in Deutschland mit Fernsehgeräten erzielt, eine größere Bedeutung haben auch Digitalkameras (vgl. Abb. 21). Abgesehen von Spielekonsolen und Settopboxen bedienen die heutigen CE-Produkte im Kern Funktionalitäten, die auch schon von Unterhaltungselektronik vor zwanzig Jahren abgedeckt wurden – wenn auch mit höherer Leistung, zusätzlichen Features und neuer Technologie.

Abb. 21: *Marktanteile verschiedener Produktarten im deutschen Markt für Consumer Electronic im Jahr 2007 (eigene Darstellung nach Daten des BITKOM)*



CE-Produkte werden heute ganz überwiegend in China, Japan und Hongkong hergestellt (vgl. Abb. 22). Unter den führenden Ausfuhrländern lag Deutschland im Jahr 2005 immerhin auf Platz 6, allerdings erzielte China eine 6,5-fach größere Ausfuhrmenge als Deutschland. Allerdings betrug das Marktvolumen alleine für Rundfunk-, Fernseh-, Video- und Phonogeräte in Deutschland im Jahr 2007 rund 9 Mrd. €, der Produktionswert dieser Güter in Deutschland lag dagegen nur genau halb so hoch. Vor allem die Produktion von Fernsehgeräten ist in Deutschland massiv zusammengeschmolzen, mit Metz und Loewe produzieren nur noch zwei kleinere Unternehmen in Deutschland.

Abb. 22: Führende Ausfuhrländer für Consumer Electronics im Jahr 2005 (eigene Darstellung nach Daten des ZVEI)



Der Niedergang der Fernsehproduktion in Deutschland und der weltweite Strukturwandel in diesem Fachzweig zeigen idealtypisch die veränderten Wettbewerbsstrukturen und die daraus entstehenden Probleme für deutsche Hersteller. Ebenso wie die US-amerikanischen Fernsehproduzenten sahen sich auch die deutschen Anbieter (v.a. Grundig, Nordmende, SABA und Telefunken) in den 70er und 80er Jahren verstärkt mit Konkurrenten aus Japan konfrontiert. Diese waren den westlichen Unternehmen sowohl im Hinblick auf Innovationstempo wie auch Fertigungskompetenz überlegen. Eine effektive und kostengünstige(re) Fertigung wurde unter anderem durch eine stark modulare Bauweise unter Einsatz von vielen standardisierten Teilen erreicht – die Technik und der Aufbau von Fernsehgeräten wurde von den japanischen Anbietern vor allem auch auf günstige Fertigungsabläufe zugeschnitten. Innovationen waren früh auch auf Prozesse und damit auf Kostenführerschaft ausgerichtet, um mit den Produkten letztlich einen Massenmarkt zu erreichen.

Dem standen die deutschen Hersteller mit einem Technik- und Innovationsleitbild gegenüber, das sich vor allem an Exzellenz und der Anwendung des technisch Machbaren im Produkt orientierte. Das Ergebnis waren nicht nur höhere Kosten, sondern auch langwierige Innovationsprozesse. Als erstes deutsches Unternehmen fiel Nordmende dem neuen Wettbewerb zum Opfer – der Bremer Hersteller war bekannt für seine aufwendige netzgetrennte Signalverarbeitung und arbeitsintensive Endkontrolle. Ein Jahr nach dem Erwerb einer Minderheitsbeteiligung übernahm der französische Thomson-Konzern Nordmende dann im Jahr 1978 vollständig. Nachdem Thomson 1980 mit SABA einen zweiten deutschen Fernsehhersteller gekauft hatte, konzentrierte der Konzern am SABA-Standort Villingen-Schwenningen die komplette Fernsehgeräte-Entwicklung und Chassis-Produktion, das Bremer Werk wurde zum Zentrum der Farbfernsehgerätemontage der deutschen und europäischen Thomson-Tochtermarken. Thomson gab sei-

ne Fernsehproduktion im Jahr 2004 an ein Joint Venture mit dem chinesischen Unternehmen TCL namens TTE ab. Dieses Unternehmen produziert heute auch die Fernseher des Unternehmens Schneider, dessen Werk in Deutschland in 2005 geschlossen wurde. TTE gab schließlich 2007 den alten SABA-Standort Villingen-Schwenningen auf, wo zuletzt noch rund 100 Beschäftigte in der Entwicklung von Fernsehtechnik tätig waren.

Als zweiter großer deutscher Unterhaltungselektronik-Hersteller geriet in den 80er Jahren Telefunken, Erfinder des PAL-Verfahrens zur Übertragung farbiger Fernsehbilder, in Schwierigkeiten. Der Niedergang begann allerdings mit dem Scheitern der Mutter AEG im Atomkraftwerksbau, was 1967 in der Fusion beider Unternehmen mündete. Nachdem das Unternehmen Anfang der 80er Jahre vom Daimler-Konzern auf dessen Weg zum „integrierten Technologiekonzern“ übernommen worden war, wurde es 1997 nach abermaligen Strategiewechsel bei Daimler wieder verkauft. Die Zerlegung der Telefunken microelectronic GmbH (Temic) in Heilbronn lieferte dabei ein gutes Beispiel für das Verpassen von aussichtsreichen Marktchancen in der Elektroindustrie: Die kalifornische Atmel Corp übernahm den Bereich der integrierten SiGe-Hochfrequenzschaltkreise und wurde damit im seinerzeit einsetzenden Handy-Boom zum Marktführer. Die Schließung der Telefunken-Sendertechnik verhinderten Mitarbeiter im Jahr 2000, indem sie das Unternehmen aufkauften. Mit 60 Beschäftigten verteidigt die Telefunken SenderSysteme Berlin AG das hundertjährige Erbe und setzt auf die bevorstehende Einführung des digitalen Mittel- und Kurzwellenfunks.

Größter Hersteller von Unterhaltungselektronik in Deutschland Grundig, in den 80er Jahren hatte Grundig rund 40.000 Beschäftigte. Zwischen 1976 und 1981 hatte das Unternehmen sich in aufwendigen Innovationsprozessen verzettelt und gleich fünf Home-Videoformate (VCR, VCR Longplay, SVR, Video2000 und Compact Video Cassette) entwickelt, die allesamt untereinander inkompatibel waren. Favorisiert wurde zwar dann ab 1979 das gemeinsam mit Philips entwickeltes Video2000-System. Zu diesem Zeitpunkt war es jedoch bereits zu spät: Gegen das in den USA und Japan bereits verbreitete VHS der Matsushita-Gruppe (Panasonic) konnte sich Video2000 nicht mehr durchsetzen. Grundig wurde 1984 von Philips übernommen, 1998 jedoch wieder abgegeben. Vom Gesamtunternehmen ist heute nur noch eine Entwicklungsstandort in Nürnberg verblieben, der zur türkischen Koc-Gruppe gehört.

Die Entwicklung der Fernsehproduktion in Deutschland scheint gut zu belegen, dass die grundlegenden Strukturen auf den Massenmärkten für Elektro-Konsumgüter einerseits und die mittelständisch geprägte Elektroindustrie in Deutschland in Kombination mit dem deutschen Innovations- und Produktionsmodell nur schwer zueinander passen. Grundsätzlich fällt es kleineren Unternehmen schwerer, auf Märkten für Massengüter ähnliche Economies of Scale zu realisieren wie Großkonzerne. Dies ist in der wissensintensiven und innovationsträchtigen Elektroindustrie besonders entscheidend, da im Zuge von Produktinnovationen ein hoher Forschungsaufwand entsteht: Innerhalb der FuE-intensiven Industrie finden sich unter den zwölf Fachzweigen, die zur Spitzentechnologie gezählt werden, alleine sieben Sparten der Elektroindustrie, darunter auch die Herstellung von Rundfunkgeräten, sowie phono- und videotechnischen Geräten (vgl. Tab. 5). Merkmal solcher Spitzentechnologiebereiche sind Forschungsaus-

gaben von 7% und mehr vom Umsatz. Alle übrigen Fachzweige der Elektroindustrie werden immerhin noch zur gehobenen Gebrauchstechnologie gezählt (FuE-Ausgaben zwischen 2,5% und 7% vom Umsatz).

Tab. 5: *Die Fachzweige der Elektrotechnik innerhalb der FuE-intensiven Industriezweige (Fachzweige der Elektroindustrie hervorgehoben, eigene Darstellung nach Egeln 2007)*

| Spitzentechnologie (FuE-Ausgaben größer 7% vom Umsatz) | |
|---|---|
| 23.30 | Herstell. u. Verarb. von Spalt- u. Brutstoffen |
| 24.24 | Herstell. von Schädlingsbekämpfungs- und Pflanzenschutzm. |
| 24.41 | Herstell. von pharmazeutische Grundstoffen |
| 24.42 | Herstell. von pharmazeutische Spezialitäten und Erzeugnissen |
| 29.60 | Herstell. von Waffen und Munition |
| 30.02 | Herstell. von Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen |
| 32.10 | Herstell. von elektronischen Bauelementen |
| 32.20 | Herstell. von Geräten und Einrichtungen der Telekommunikationstechnik |
| 32.30 | Herstell. von Rundfunkgeräten sowie phono- und videotechnischen Geräten |
| 33.10 | Herstell. von medizinischen Geräten und orthopädischen Erzeugnissen |
| 33.20 | Herstell. von Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten und Vorrichtungen |
| 33.30 | Herstell. von industriellen Prozesssteuerungseinrichtungen |

| Gehobene Gebrauchstechnologie (FuE-Ausgaben zwischen 2,5% und 7% vom Umsatz) | |
|---|--|
| 30.01 | Herstell. von Büromaschinen |
| 31.10 | Herstell. von Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren |
| 31.20 | Herstell. von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen |
| 31.30 | Herstell. von isolierten Elektrokabeln, -leitungen und -drähten |
| 31.40 | Herstell. von Akkumulatoren und Batterien |
| 31.50 | Herstell. von elektrischen Lampen und Leuchten |
| 31.61 | Herstell. von elektrischen Ausrüstungen für Motoren und Fahrzeuge, a.n.g. |
| 31.62 | Herstell. von sonstigen elektrischen Ausrüstungen, a.n.g. |
| 33.40 | Herstell. von optischen und fotografischen Geräten |

Weitere 30 Fachzweige auf 4-Steller-Ebene, darunter der überwiegende Teil des Maschinenbaus sowie die Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen

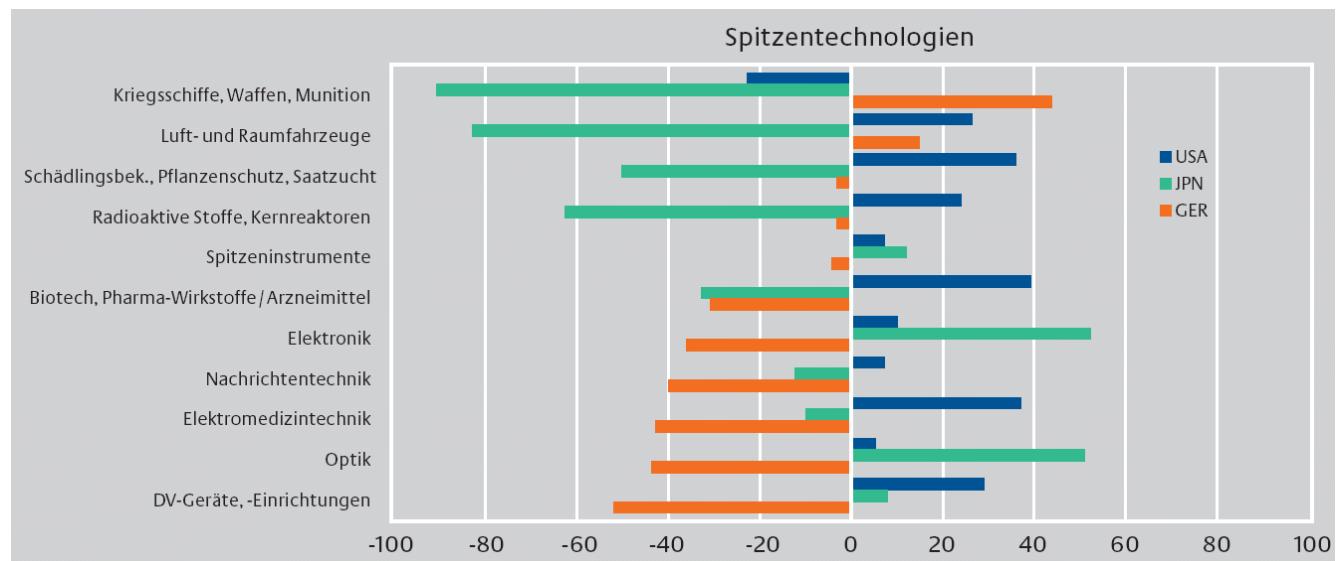
Allerdings zeigen Vergleichszahlen zur Struktur der FuE-Aufwendungen in der OECD, dass in Deutschland anteilig weitaus weniger FuE-Mittel für die Technikgebiete der Elektroindustrie aufgewendet als im Durchschnitt der OECD (vgl. Tab. 6). So entfielen z.B. in der OECD 12,8% der FuE-Aufwendungen auf die Rundfunk- und Nachrichtentechnik, während es in Deutschland nur 8,7% waren. Im Bereich Büromaschinen / EDV liegt der Anteil der FuE-Mittel in der OECD sogar dreimal höher als in Deutschland. Lediglich die Medizin-, Mess-, Steuer- und Regeltechnik sowie bei die Geräte zur Elektrizitätserzeugung und -verteilung erreichen Deutschland ähnlich hohe Anteile an allen FuE-Ausgaben wie im OECD-Durchschnitt. Im Ergebnis hat Deutschland bei den internationalen Patentanmeldungen in den verschiedenen Spitzentechnologiefeldern vor allem in den Elektrofachzweigen im Vergleich mit den USA und Japan ein ausgesprochen schwaches Profil (vgl. Abb. 23).

Tab. 6: Struktur der FuE-Aufwendungen nach Sektoren in Deutschland und der OECD 1995, 1999 und 2003 im Vergleich (eigene Darstellung nach Legler / Krawczyk 2006)

| Wirtschafts- bzw. Technologiebereich | OECD: Bedeutung der Sektoren | | | Deutschland: Bedeutung der Sektoren | | | Deutschland: Anteil an der OECD* | | |
|---|------------------------------|---------------|---------------|-------------------------------------|---------------|---------------|----------------------------------|--------------|--------------|
| | 1995 | 1999 | 2003 | 1995 | 1999 | 2003 | 1995 | 1999 | 2003 |
| Spitzentechnologie | 42,7% | 40,1% | 39,2% | 32,9% | 30,5% | 30,2% | 7,0% | 6,8% | 6,8% |
| Pharmazeutika | 8,1% | 7,9% | 9,0% | 4,7% | 6,2% | 8,0% | 5,2% | 7,0% | 7,9% |
| Büromaschinen / EDV | 5,8% | 5,3% | 4,8% | 3,9% | 1,9% | 1,4% | 6,1% | 3,2% | 2,5% |
| Rundfunk- und Nachrichtentechnik | 13,6% | 13,1% | 12,8% | 10,1% | 10,8% | 8,7% | 6,7% | 7,3% | 6,0% |
| Medizin-, Mess-, Steuer-, Regel.technik, Optik, Uhren | 6,6% | 7,4% | 7,0% | 6,0% | 5,0% | 7,1% | 8,3% | 6,0% | 8,9% |
| Luft- und Raumfahrzeuge | 8,7% | 6,4% | 5,7% | 8,2% | 6,6% | 5,1% | 8,5% | 9,3% | 7,9% |
| Gehobene Gebrauchtstechnologie | 30,9% | 27,8% | 26,2% | 54,4% | 52,8% | 53,6% | 15,9% | 16,9% | 18,1% |
| Chemische Industrie | 7,4% | 6,0% | 5,1% | 13,4% | 10,7% | 8,7% | 16,5% | 16,0% | 15,1% |
| Maschinenbau | 6,0% | 5,5% | 5,4% | 11,4% | 10,1% | 9,9% | 17,1% | 16,3% | 16,3% |
| Geräte der Elektrizitätserzeugung und -verteilung | 4,8% | 3,8% | 3,0% | 7,2% | 3,0% | 2,8% | 13,5% | 7,2% | 8,3% |
| Kraftwagen und Kraftwagenteile | 12,3% | 11,9% | 12,2% | 21,3% | 28,0% | 31,8% | 15,7% | 20,9% | 23,2% |
| Übriger Fahrzeugbau | 0,4% | 0,6% | 0,5% | 1,0% | 0,9% | 0,4% | 20,7% | 12,3% | 6,9% |
| Übrige Industriezweige | 10,3% | 8,7% | 8,6% | 8,0% | 7,6% | 7,1% | 7,0% | 7,7% | 7,3% |
| Dienstleistungen | 13,8% | 20,8% | 24,1% | 3,6% | 8,2% | 8,5% | 2,3% | 3,5% | 3,1% |
| Übrige Wirtschaft | 2,2% | 2,6% | 1,8% | 1,2% | 1,0% | 0,5% | 4,8% | 3,4% | 2,7% |
| Insgesamt | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 9,0% | 8,9% | 8,9% |

*) Anteil an den 19 größten OECD-Ländern

Abb. 23: Spezialisierung Deutschlands, Japans und der USA bei Patenten in den Jahren 2002 bis 2004* (eigene Darstellung nach Egeln et al. 2007, S. 46)



* Bei positivem Vorzeichen hat das Technologiegebiet im jeweiligen Land ein höheres Gewicht als im Mittel aller Länder.

Sonderweg Weiße Ware?

Im Zusammenhang mit den Perspektiven für die Gebrauchsgüterproduktion stellt die Entwicklung der Elektro-Hausgeräteindustrie eine interessante Variante dar. Zwar wird sie in der amtlichen Statistik nicht in der Elektroindustrie sondern im Maschinenbau geführt (WZ 29.71), allerdings zählen sich ihre Hersteller aufgrund ihrer Produkt- und Produktionsstrukturen eher zur Elektroindustrie und organisie-

ren sich auch im ZVEI. Darüber hinaus existieren Überschneidungen mit Unternehmen der Elektroindustrie wie etwa bei der Bosch Siemens Hausgeräte GmbH.

Wie in anderen Gebrauchsgütermärkten handelt es sich auch bei der „Weißen Ware“ um die Produktion von weitgehend standardisierten Massengütern, die marktseitig mit einem anhaltenden Preisverfall konfrontiert sind. Gleichwohl entwickelt sich die Elektrische Haushaltegeräteindustrie im Vergleich mit den konsumorientierten elektrotechnischen Fachzweigen relativ positiv: Zwar ist auch ihre heutige Beschäftigtenzahl von knapp 45.000 seit 1995 um ein gutes Drittel gesunken. Allerdings bewegte sich der Rückgang in der Rundfunk- und Fernsehtechnik (50%) sowie der DV-Geräteherstellung (55%) in größeren Dimensionen und die Telekommunikationstechnik hat allein seit 2001 über 27% der Beschäftigten abgebaut. Gegenüber dem Beschäftigungsaufbau konnte die Weiße Ware indessen ihr Umsatzvolumen stabilisieren und setzt sich auch hier von den elektrotechnischen Fachzweigen ab, die seit 1995 zwischen 18% (DV-Geräte) und 27% (Rundfunk- und Fernsehtechnik), bzw. allein seit 2001 38% (Telekommunikationstechnik) verloren haben. Die Elektro-Hausgeräteindustrie hat sich ihre Marktstellung mit einer starken Konzentration auf Produktinnovationen und High-End-Lösungen erarbeitet – einem Modell, das ebenfalls sehr erfolgreich bei Fernsehgeräteherstellern angewendet wird (z.B. Loewe und Metz). Die Hersteller der Weißen Ware haben damit ihre technologische Marktführung konsequent ausgebaut und profitieren von Markttrends zu energiesparenden und komfortablen Geräten. Darüber hinaus haben sie es auch verstanden, sich von der Beschränkung des inländischen Marktes zu lösen, und haben ihren Exportanteil durch weltweite Aktivitäten seit 1995 von 30% auf 53% in beeindruckender Weise gesteigert.

Abb. 24: Entwicklung der elektrische Haushaltegeräteindustrie (eigene Berechnungen nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

| Elektrische Haushaltegeräte | 1995 | 2007 | Entwicklung 1995 - 2007 |
|-----------------------------|------------|------------|-------------------------|
| Beschäftigung | 70.292 | 44.718 | -36,4% |
| Umsatz [in €] | 10.320.599 | 10.213.411 | -1,0% |
| Inlandsumsatz [in €] | 7.241.047 | 4.829.914 | -33,3% |
| Auslandsumsatz [in €] | 3.079.552 | 5.383.497 | 74,8% |

„Wintelismus“ als Wettbewerbsstrategie von Großkonzernen

Neben den o.g. Nachteilen der deutschen Elektroindustrie im Bereich der Forschung und Entwicklung haben wohl vor allem auch die Veränderungen in den weltweiten Wettbewerbsstrukturen und Produktionskonzepten der großen Elektrokonzerne eine maßgebliche Bedeutung für die Schwäche der deutschen (mittelständischen) Elektrohersteller auf den Massenmärkten für Consumer Electronics. Generell wird die Elektroindustrie stark dadurch geprägt, dass viele ihrer Produkte aus standardisierten Bauteilen flexibel montiert werden können oder als (Zwischen-)Produkt bzw. Zulieferkomponente selbst wieder standardisiert sind. Dies gilt z.B. für elektronische Schaltungen, die aus mehr oder weniger herstellerunabhängigen und austauschbaren Bauteilen wie Widerständen, Kondensatoren, Transistoren und integrierten Schaltungen bestehen. Diese können auf ein

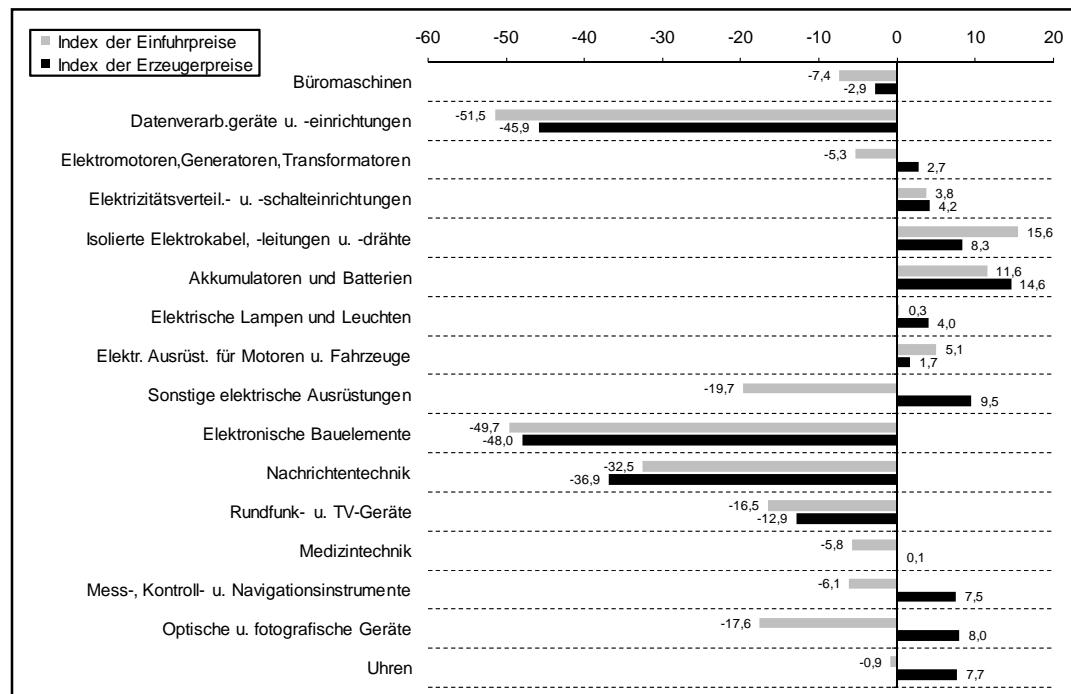
und der selben Maschine zu sehr unterschiedlichen Schaltungen auf Platinen bestückt werden, wobei auch diese (Zwischen-) Produkte in Teilen nicht spezifisch sind (z.B. Vorverstärker, Strombegrenzer oder Kommunikationsschnittstellen) und herstellerunabhängig eingesetzt und kombiniert werden können.

Ein prominentes Beispiel für dieses hohe Maß an **Standardisierung** (und damit Austauschbarkeit) ist der PC, in dem die einzelnen Komponenten (wie Festplatte, Motherboard, Bildschirm, Grafikkarte etc.) von verschiedenen Herstellern kombiniert werden können und die Komponenten von sehr unterschiedlichen Herstellern bezogen werden können, ohne dass es (im Normalfall) zu wahrnehmbaren Leistungsunterschieden kommt. In den 80er Jahren begannen verschiedene US-amerikanische Unternehmen, das Setzen solcher Standards als ihre zentrale Wettbewerbsstrategie zu etablieren. Diese Strategie des Wintelismus ging einher damit, dass sich solche Unternehmen aus der Fertigung in starkem Maße zurückgezogen haben und diese stattdessen an EMS-Anbieter vergaben.

In den letzten Jahren sind vor allem in China große Industriekomplexe entstanden, die auf diesem Produktionskonzept basieren und die Markenprodukte für OEM-Weltkonzerne der Elektroindustrie herstellen. Dies geschieht in einer hochgradig integrierten Produktion, bei der entsprechende EMS-Anbieter teilweise sogar eigene Metall- und Kunststofferzeugung betreiben und so den gesamten Prozess von der Materialerzeugung über die Herstellung von standardisierten Komponenten bis hin zur Endmontage der fertigen Produkte in großen Werken konzentriert haben. Auf dieser Basis können die Nachteile aufgehoben werden, die mit einer global verteilten und zersplitterten Produktion im Hinblick auf Steuerungsfähigkeit und Flexibilität einher gehen. Innerhalb Chinas ist der wichtigste Standort das Pearl River Delta um Hong Kong, Shenzhen und Guangzhou, die heute wohl größte zusammenhängende Industrieregion der Welt. Die Zahl der Beschäftigten bei den großen Kontraktfertigern rechnete Lüthje et al. 2005 allein hier auf 170.000 bis 180.000 hoch. Ein zweiter Schwerpunkt ist in der Region Shanghai entstanden. Hier haben sich besonders Unternehmen aus Taiwan angesiedelt, die über die reine Fertigung und Logistik hinaus auch Engineering-Leistungen anbieten und die OEM damit auch bei der Produktentwicklung und Innovation unterstützen.

Mit diesem Produktionsmodell – zudem basierend auf geringe Lohnkosten – sind immense Kosteneinsparpotenziale verbunden. Diese bilden sich in Deutschland in Form von stark sinkenden Importpreisen ab. So sind die Einfuhrpreise für viele Elektro-Massengüter in den vergangenen Jahren massiv gesunken, und damit zwangsläufig auch die Erzeugerpreise für die verbleibenden deutschen Hersteller. An der Spitze des Preisrückgangs liegen Datenverarbeitungsgeräte und elektronische Bauelemente, die in 2007 jeweils nur noch rund die Hälfte von 1995 kosteten. Auch in der Nachrichtentechnik und bei der Unterhaltungselektronik haben die Preise stark nachgelassen. Im Gegensatz dazu haben sich die Einfuhr- und Erzeugerpreise bei Investitionsgütern weitaus stabiler entwickelt und sind zum Teil gestiegen.

Abb. 25: Entwicklung des Erzeugerpreisindex und des Einfuhrpreisindex von 1995 bis 2007 für die verschiedenen Elektrogüter (eigene Berechnungen nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



Mit dem Wintelismus ist auf diese Weise einerseits ein Wettbewerbsdruck entstanden, wie er eigentlich für wissenintensive Güter eher untypisch ist, da diese normalerweise die Möglichkeit eröffnen, sich durch Qualität und kundenbezogene Anpassung der Leistung vom Wettbewerb abzusetzen. Die Standardisierung von Elektrogütern schränkt diese Möglichkeiten jedoch stark ein und schafft gleichzeitig einen enormen Kostendruck. Entsprechend schwierig sind in einem solchen Umfeld Innovationsstrategien, die auf Qualitätsführerschaft und auf einen langfristigen Investitionsrückfluss abzielen, wie dies z.B. für den deutschen Maschinenbau oder auch in der Elektro-Investitionsgüterproduktion typisch ist. Zudem steigert eine hohe Standardisierung die Möglichkeit, eine Wertschöpfungskette „aus-einanderzuziehen“. Die Möglichkeiten zu Offshoring und Outsourcing sind dadurch besonders groß, da durch die Standardisierung die Probleme an Schnittstellen (z.B. Passung der Bauteile auf die Platine, Einbau der Festplatte in den PC, Verwendung der Programmsteuerung für eine Werkzeugmaschine) besonders gering sind.

Die Herstellung von Elektro-Massengütern für den Konsum ist in den vergangenen Jahren zu immer größeren Teilen dem Produktionssystem des Wintelismus unterworfen worden. Entsprechend haben sich die Perspektiven für die Massenfertigung an Standorten in westlichen Industriestaaten verschlechtert. Dies gilt nicht nur für Deutschland, sondern auch für die USA und mittlerweile ansatzweise ebenfalls für Japan. Im Vergleich mit den USA kann man fast sagen, dass die deutsche Elektroindustrie noch zu den Gewinnern dieser Entwicklung gehört oder zumindest vergleichsweise wenig berührt ist, da sie an eine starke Tradition der Investitionsgütererzeugung angeknüpft kann und hier möglicherweise einen ähnlichen Erfolgspfad einschlagen könnte wie der Maschinenbau.

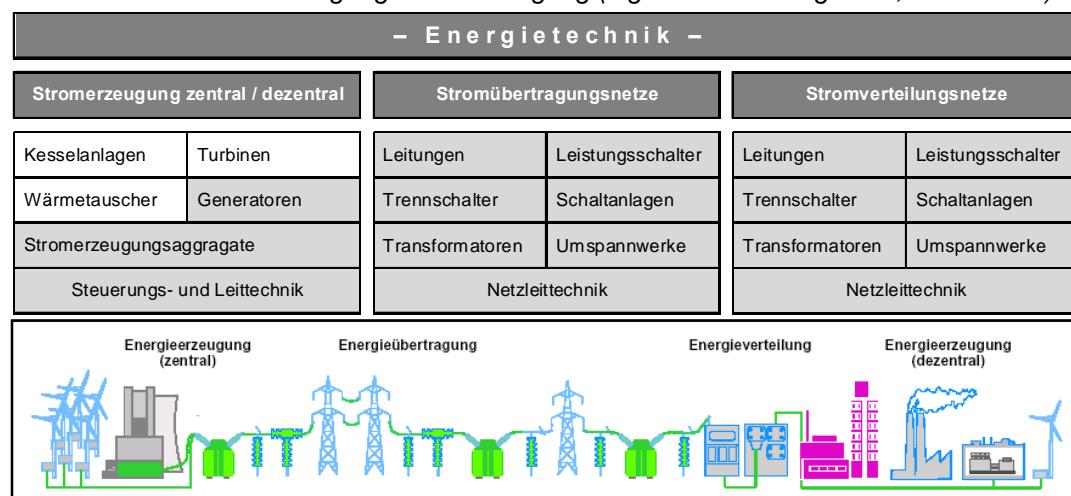
3 Vertiefungsbereich Energietechnik

3.1 Die elektrotechnische Energietechnik im Überblick

Die Herstellung von elektrotechnischen Gütern zur Erzeugung, Modifizierung, Übertragung und Verteilung von Strom stellt gewissermaßen den historischen Ursprung der Elektroindustrie dar. Auch heute noch bildet dieser Bereich einen Schwerpunkt: Die Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen sowie von Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren machen zusammen rund ein Drittel der gesamten Elektroindustrie in Deutschland aus (bezogen auf die Beschäftigung). Ein wichtiger Ausschnitt auf diesem Bereich ist die Energietechnik, in der die Ausrüstungen für die Erzeugung, Übertragung und Verteilung von Strom vor allem zur öffentlichen Stromversorgung zusammengefasst wird. Dies gilt in besonderem Maße für Deutschland, wo die Elektroindustrie stark auf die Herstellung von Investitionsgütern ausgerichtet ist. Auf Basis der Angaben des ZVEI hatte die Energietechnik an der gesamten Elektroindustrie im Jahr 2007 einen Umsatzanteil von rund 6,5%.

Elektrotechnische Ausrüstungen für die Energietechnik umfassen erstens Generatoren oder komplette Stromerzeugungsaggregate sowie die Steuerungs- und Leittechnik für die zentrale und dezentrale Stromerzeugung – diese Produkte komplettieren vor allem neben den Kesselanlagen, Wärmetauschern und Turbinen die Kraftwerkstechnik (vgl. Abb. 26). Nach Angaben des Branchenverbandes ZVEI entfallen rund 15% der Kosten beim Kraftwerksbau auf Leistungen der Elektroindustrie. Zweitens gehören zur elektrotechnischen Energietechnik nahezu alle Anlagen und Produkte, die für den Betrieb von Stromübertragungs- und -verteilungsnetzen benötigt werden; der Anteil der Elektroindustrie liegt nach Verbandsangaben hier bei rund 95%. Dabei handelt es sich unter anderem um Transformatoren und Transformatormitstationen bzw. Umspannwerke, Trenn- und Leistungsschalter, Schütze sowie isolierte Leitungen und Kabel für mittlere und hohe Spannungen.

Abb. 26: Energietechnik-Produkte der Elektroindustrie (hellgrau hinterlegt bzw. grün) in der Stromerzeugung und -versorgung (eigene Darstellung oben, ZVEI unten)



Im Bereich der Energietechnik muss wie in keinem anderen Bereich der Elektroindustrie zwischen der Herstellung einzelner Produkte sowie dem Projektgeschäft unterschieden werden. Bei der Herstellung einzelner Produkte (z.B. von Schaltern oder Generatoren) kommt es vor allem auf die klassischen industriellen Kompetenzen der Fertigung und Montage sowie der vorgelagerten Forschung und Entwicklung und des Engineerings an. Bei Projekten geht es z.B. um die vollständige Planung und Ausrüstung von Großkraftwerken im Hinblick auf Leittechnik und Netzanbindung, um den Bau großer Umspannwerke oder sogar kompletter Leitungen für die Stromübertragung über längere Distanzen inkl. der erforderlichen Anlagen. Solche Projekte erfordern nicht nur die Herstellung entsprechender Güter sondern darüber hinaus auch umfassende Planung, Projektsteuerung, Montage und ggf. auch Finanzierung. Mitunter liegt in diesen letztgenannten Diensten dann sogar der Schwerpunkt der Tätigkeit bzw. der Wertschöpfung.

Kunden der Energietechnik-Hersteller sind klassischerweise die Betreiber von Kraftwerken und von Stromnetzen zur öffentlichen Stromversorgung. Diese Kundengruppe hat für die Energietechnik-Hersteller in der Elektroindustrie eine überragende Bedeutung und besteht aus großen Energieversorgungskonzernen (in Deutschland vor allem E.on, RWE, Vattenfall und EnBW) sowie Unternehmen zur Stromverteilung auf lokaler / regionaler Ebene (in Deutschland: Stadtwerke). Seit jeher sind auch die Betreiber von Eisenbahnen bzw. des Stromversorgungsnetzes an den Bahntrassen ein wichtiger Kunde. Daneben haben in den vergangenen Jahren aufgrund einer zunehmenden Dezentralisierung in der Stromerzeugung auch andere Kunden wie z.B. Industrieunternehmen mit Kraftwerken zur eigenständigen Stromversorgung oder Betreiber größerer Anlagenparks zur Windkraftnutzung an Bedeutung gewonnen.

In der amtlichen Statistik verteilt sich die Elektro-Energietechnik auf drei verschiedene Wirtschaftszweige (vgl. Abb. 27), von denen jedoch nur ein (geringerer) Teil jeweils der Energietechnik zuzuordnen ist (vgl. Abb. 28):

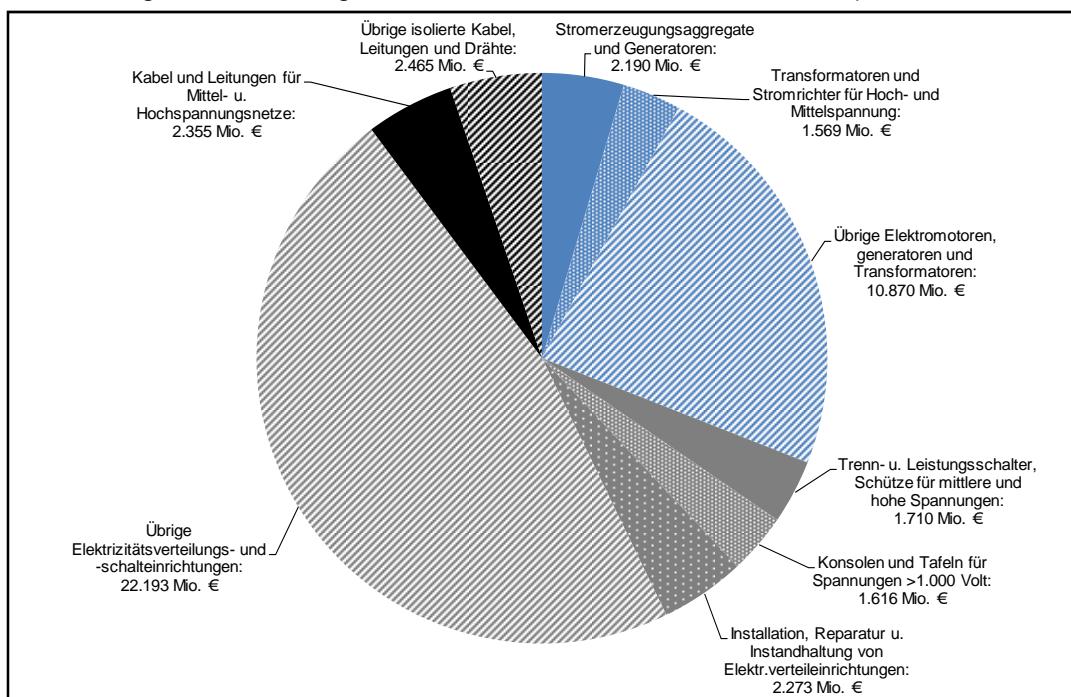
- Die Herstellung von Generatoren und Transformatoren wird im Wirtschaftszweig 31.10 mit der Produktion von Elektromotoren zusammengefasst. Letztere finden vor allem außerhalb der (öffentlichen) Stromerzeugung und -versorgung Verwendung, etwa als Antriebe für Maschinen. Und auch ein großer Teil der Generatoren und Transformatoren wird für ganz andere Einsatzfelder gebaut. Rund ein Viertel des Produktionswertes des gesamten Wirtschaftszweiges 31.10 entfiel 2007 auf Teile, die vor allem in der öffentlichen Stromerzeugung eingesetzt werden.
- In der Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen (WZ 31.20) werden Produkte für Hoch- und Mittelspannungsnetze mit Produkten für niedrige Spannungen zusammengefasst. Hier hatten Sicherungen, Trenn- und Leistungsschalter, Schütze, Konsolen und Tafeln für mittlere und hohe Spannungen zum Einsatz in den Stromversorgungsnetzen sowie die Installation und Instandhaltung entsprechender Anlagen einen Anteil von etwa einem Fünftel vom Produktionswert des gesamten Wirtschaftszweiges.
- Und auch die Herstellung von isolierten Elektrokabeln, -leitungen und -drähten (WZ 31.30) umfasst alle Produkte für das komplette Spektrum von niedriger bis Höchstspannung. Auf Kabel und Leitungen für Hoch- und Mittelspan-

nungsleitungen entfiel 2007 rund die Hälfte des Produktionswertes dieses Wirtschaftszweiges.

Abb. 27: *Die Fachzweige der Energietechnik in der amtlichen Statistik (dunkelgrau hervorgehoben)*

| | |
|--------------|---|
| 30 | Herstell. von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen |
| 31 | Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä. |
| 31.10 | Herstellung von Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren |
| 31.20 | Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen |
| 31.30 | Herstellung von isolierten Elektrokabeln, -leitungen und -drähten |
| 31.40 | Herstellung von Akkumulatoren und Batterien |
| 31.50 | Herstellung von elektrischen Lampen und Leuchten |
| 31.6 | Herstellung von elektrischen Ausrüstungen, a.n.g. |
| 31.61 | Herstellung von elektrischen Ausrüstungen für Motoren und Fahrzeuge, a.n.g. |
| 31.62 | Herstellung von sonstigen elektrischen Ausrüstungen, a.n.g. |
| 32 | Herstellung von Rundfunk- und Nachrichtentechnik |
| 33 | Herstell. von Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik und Uhren |

Abb. 28: *Produktionswerte für Energietechnik innerhalb der Herstellung von Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren, von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen sowie von isolierten Elektrokabeln, -leitungen und -drähten (eigene Berechnung nach Daten des Bundesamtes für Statistik)*



Insgesamt beträgt der Anteil der Produkte, die in der Energietechnik eingesetzt werden, am Produktionswert der drei Wirtschaftszweige zusammen rund ein Viertel. Hinzu kommen außerdem noch Leit- und Steuerungstechnik für Kraftwerke – Komponenten hierfür sind teilweise auch der Automatisierungs- bzw. der Mess-, Steuer- und Regeltechnik zuzurechnen (vgl. hierzu auch den Abschnitt 5 zum Vertiefungsbereich Automation). Der ZVEI beziffert den Umsatz der Energietechnik auf der Basis seiner eigenen Statistik im Jahr 2007 auf knapp 13 Mrd. €, was etwa 22% des gesamten Umsatzes entspricht, der für die drei relevanten Wirt-

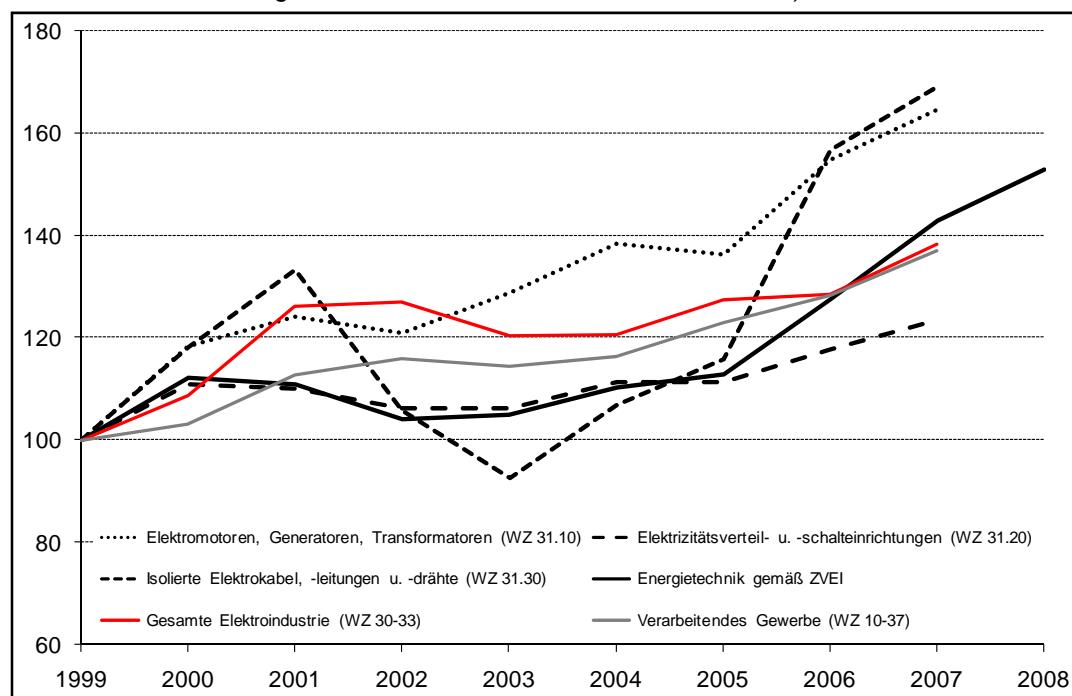
schaftszweige in der amtlichen Statistik ausgewiesen wird. Vor diesem Hintergrund ist die Aussagekraft der amtlichen Statistik über die drei betreffenden Wirtschaftszweige nur begrenzt aussagekräftig; deshalb werden nachfolgend neben amtlichen Statistiken auch statistische Angaben des ZVEI (soweit vorhanden) verwendet.

3.2 Die wirtschaftliche Entwicklung der Energietechnik

3.2.1 Umsatz

Der Umsatz der elektrotechnischen Energietechnik betrug im Jahr 2008 nach Angaben des ZVEI rund 13,7 Mrd. € (vorläufige Zahlen). Mit diesem Wert konnte die Branche nach 2006 und 2007 das dritte Jahr in Folge ein deutliches Wachstum verzeichnen, so dass der Umsatz zuletzt um 36% über dem Niveau des Jahres 2005 lag. Gerade in diesen letzten Jahren hat sich die Energietechnik deutlich besser entwickelt als die gesamte Elektroindustrie und stellte damit einen wesentlichen Wachstumsmotor für die Gesamtbranche dar (vgl. Abb. 29). Insgesamt hat sich die Energietechnik in den letzten Jahren deutlich anders entwickelt als die übrige Elektroindustrie; so sind die elektroindustriellen Boomjahre 2000/2001 an der Energietechnik weitgehend spurlos vorübergezogen.

Abb. 29: *Umsatzentwicklung der Energietechnik – Anteile und Veränderung (eigene Berechnung nach Daten des Bundesamtes für Statistik)*

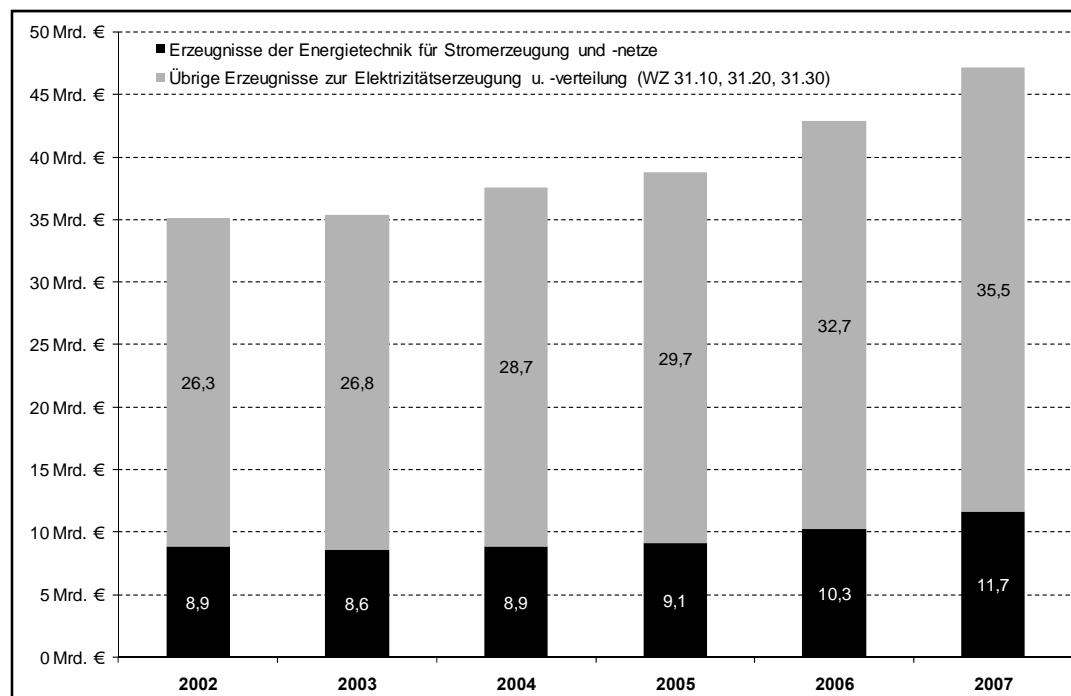


Der Blick auf die einzelnen Energietechnik-Wirtschaftszweige in der amtlichen Statistik zeigt, dass sich seit 2006 die Herstellung von Elektrokabeln, -leitungen und -drähten besonders stark entwickelt hat, wobei hier möglicherweise zum Teil auch die starken Preissteigerungen bei dem hier wichtigen Rohstoff Kupfer zu

Büche schlagen. Währenddessen verzeichnete die Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen keine besonders starke Umsatzsteigerung. Eine besonders positive Entwicklung – und zwar durchgängig seit 1999 – gab es dagegen bei der Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren; dieser Sparte kommt unter anderem auch zugute, dass mit dem Maschinen- und Anlagenbau eine wichtige Abnehmerbranche außerhalb der Energietechnik in diesem Zeitraum besonderen Erfolg hatte.

Dieser Umstand bestätigt sich mit Blick auf die Entwicklung der Produktionswerte für die einzelne Güter in den drei genannten Wirtschaftszweigen: Hier ist eine Differenzierung zwischen der Energietechnik für die (öffentliche) Stromerzeugung und -versorgung und den übrigen Erzeugnissen zur Elektrizitätserzeugung und -verteilung möglich (vgl. Abb. 30). Auch hier bildet sich das zuletzt deutlich Wachstum in der Energietechnik ab, ein noch stärkeres Wachstum war aber bei den übrigen Produkten in den drei Wirtschaftszweigen zu verzeichnen.

Abb. 30: *Entwicklung der Produktionswerte in der Energietechnik und in der Herstellung von übrigen Erzeugnissen zur Elektrizitätserzeugung und -verteilung (eigene Berechnung nach Daten des Bundesamtes für Statistik)*



Der im Vergleich zur gesamten Elektroindustrie überdurchschnittliche Umsatzzuwachs der Energietechnik seit 2006 ist in starkem Maße auf Exporte zurückzuführen (siehe im Einzelnen Abschnitt 3.2.4), die im Jahr 2006 um 16% und in 2007 sogar um 18% angestiegen sind. Doch auch die Inlandsnachfrage hat sich in diesen beiden Jahren positiv entwickelt (11% bzw. 8%). Das Wachstum wurde im letzten Quartal des Jahres 2008 bereits leicht durch die weltweite Konjunkturkrise gedämpft: Nach Angaben des ZVEI lagen die Auftragseingänge in den letzten drei Monaten jeweils unter den Vorjahresmonaten (-2% im Oktober, -5% im November und -2% im Dezember). Allerdings ist hier bisher bei weitem kein so starker Rückgang erkennbar wie in anderen Industriebranchen wie insbesondere der Fahrzeughherstellung.

3.2.2 Beschäftigung

Als Folge des wirtschaftlichen Aufschwungs in der Herstellung von Energietechnik in den vergangenen Jahren auch zu einem Beschäftigungsaufbau geführt. Nach Angaben des ZVEI waren in der Energietechnik im Jahr 2007 rund 65.400 Beschäftigte tätig, womit die Zahl der Arbeitsplätze um 9,8% höher lag als 2005 und sogar den Wert des besonders starken Jahres 2000 überschreiten konnte (vgl. Abb. 31 und Abb. 32). Gegenüber dem Jahr 1999 bedeutet dies immerhin noch einen Anstieg um 1,2%. Zwischenzeitlich war in den Jahren 2001 bis 2003 mehr als ein Zehntel der Stellen verloren gegangen.

Abb. 31: *Entwicklung der Beschäftigtenzahl in der Energietechnik (eigene Darstellung nach Daten des ZVEI)*

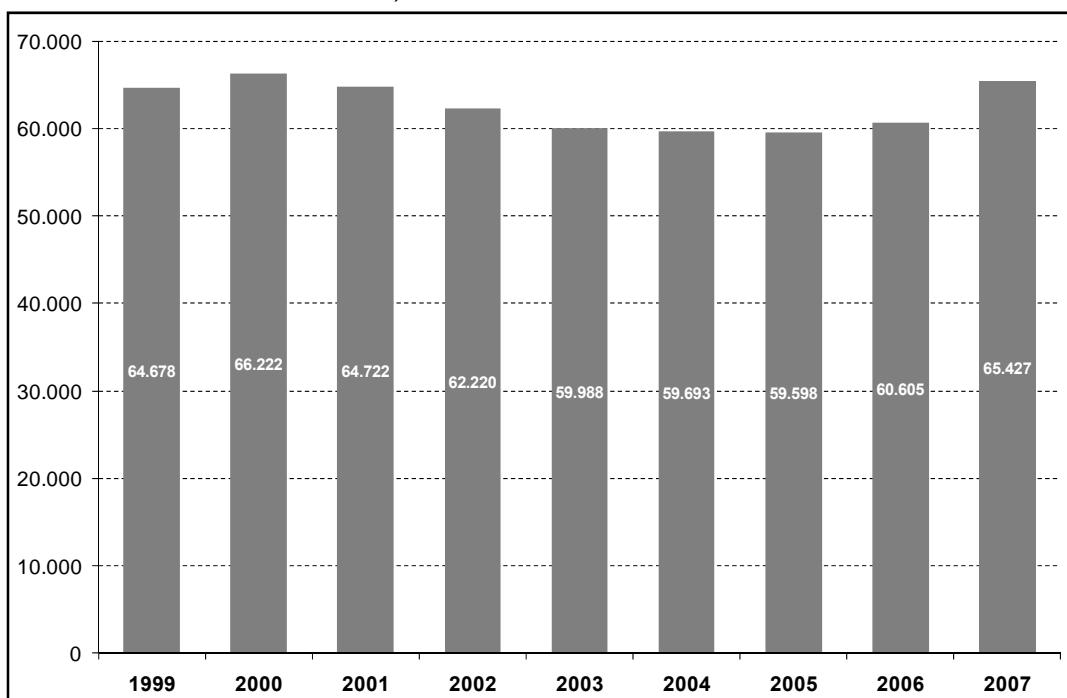


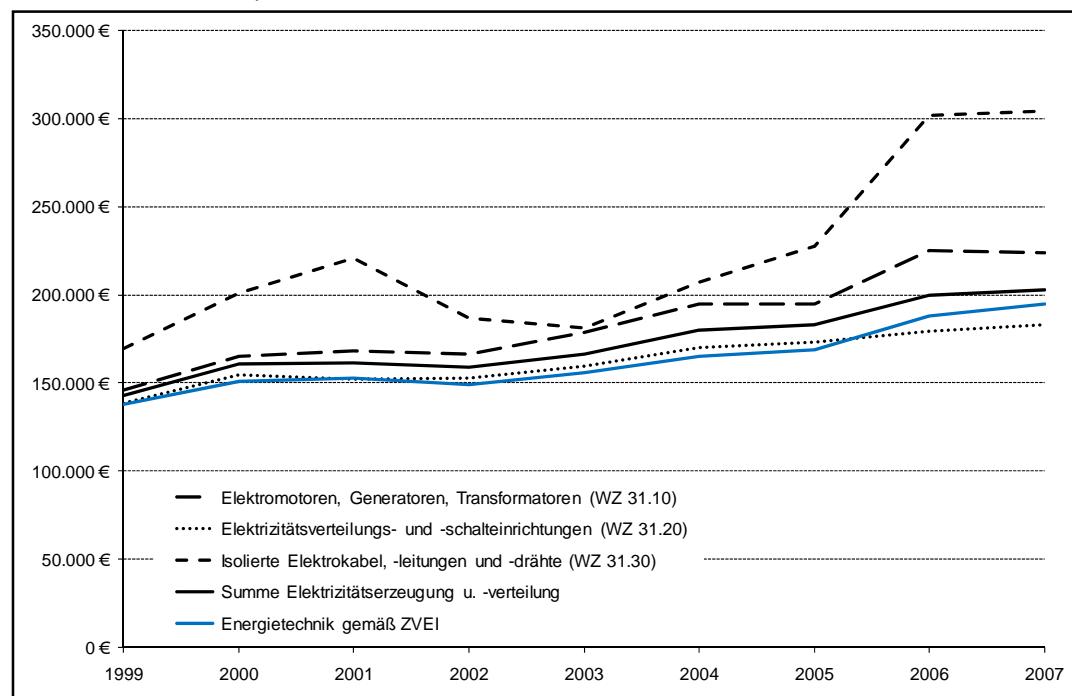
Abb. 32: *Entwicklung der Beschäftigten in der Energietechnik von 1995 bis 2007 (eigene Berechnung nach Daten des Bundesamtes für Statistik und des ZVEI)*

| Wirtschaftszweig | 1995 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | Entwickl. 1999-2007 |
|--|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|
| 31.10 Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren | 82.766 | 75.597 | 79.260 | 81.480 | 80.299 | 79.626 | 78.331 | 77.134 | 75.922 | 81.213 | 7,4% |
| 31.20 Elektrizitätsverteil.- u. -schalteinrichtungen | 247.823 | 204.169 | 203.023 | 204.997 | 196.597 | 188.440 | 184.829 | 181.439 | 185.655 | 190.703 | -6,6% |
| 31.30 Isolierte Elektrokabel, -leitungen u. -drähte | 26.035 | 21.919 | 21.811 | 22.423 | 21.054 | 19.001 | 19.183 | 18.914 | 19.295 | 20.661 | -5,7% |
| Summe Elektrizitätserzeugung u. -verteilung (WZ 31.10-31.30) | 356.624 | 301.685 | 304.094 | 308.900 | 297.950 | 287.067 | 282.343 | 277.487 | 280.872 | 292.577 | -3,0% |
| Energietechnik gemäß ZVEI | n.v. | 64.678 | 66.222 | 64.722 | 62.220 | 59.988 | 59.693 | 59.598 | 60.605 | 65.427 | 1,2% |

Der Anteil der Energietechnik an der gesamten Herstellung von Geräten zur Elektrizitätserzeugung und -verteilung in der der amtlichen Statistik betrug damit in 2007 rund 22%. Die Beschäftigung in der Energietechnik konnte sich besser entwickeln als der Gesamtbereich, der Beschäftigungsaufbau im Wirtschaftszweig Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren war allerdings noch deutlich stärker und profitierte ebenso wie die Entwicklung des Umsatzes von der starken Nachfrage aus Bereichen außerhalb der Energietechnik (v.a. Maschinen- und Anlagenbau).

Der Umsatz je Mitarbeiter lag in der Energietechnik auf Basis der Angaben des ZVEI im Jahr 2007 bei rund 195.000 € und im Durchschnitt der Jahre 1999 bis 2007 um 5,2% jährlich gestiegen (vgl. Abb. 33). Damit liegt die Energietechnik-Sparte sowohl beim Niveau wie auch bei der Entwicklung der Pro-Kopf-Umsatz ungefähr auf dem Niveau der gesamten Herstellung von Geräten zur Elektrizitätserzeugung und -verteilung (rund 203.000 €), jedoch sehr deutlich hinter der Herstellung von Kabeln, Leitungen und Drähten (305.000 €) und auch klar hinter der Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren (224.000 €). Die Gründe für diese Unterschiede liegen einerseits in der vergleichsweisen hohen Kapitalintensität der Kabelherstellung, bei der sich zudem seit 2006 auch noch der Materialpreisanstieg im (Pro-Kopf-)Umsatz niedergeschlagen hat. Andererseits ist die Energietechnik vor allem im Bereich des Projektgeschäfts in überdurchschnittlich starkem Maße von Dienstleistungen geprägt (siehe oben), für die ein geringerer Pro-Kopf-Umsatz anzusetzen ist, und fällt aus diesem Grund auch noch hinter die Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren zurück. Dieser Umstand schlägt sich auch im geringen Pro-Kopf-Umsatz in der Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen zurück, zu der die Energietechnik zum größten Teil zählt (mit Ausnahme der Herstellung von Generatoren und Transformatoren).

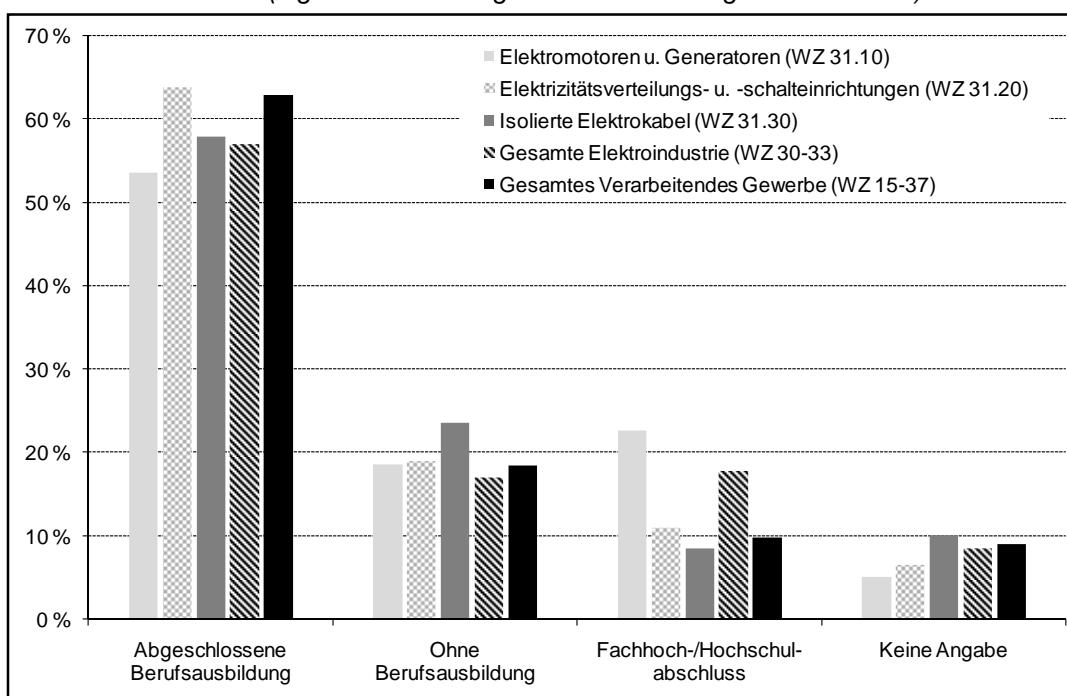
Abb. 33: *Entwicklung des Umsatzes je Mitarbeiter in der Energietechnik von 1999 bis 2007 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes und des ZVEI)*



Zahlen zur Struktur der Beschäftigung liegen vom ZVEI leider nicht vor, beim Rückgriff auf Angaben des Statistischen Bundesamtes und der Bundesagentur für Arbeit stehen allerdings leider für die spezielle Energietechnik keine Zahlen zur Verfügung. Der Vergleich der drei Wirtschaftszweige in der Herstellung von Geräten zur Elektrizitätserzeugung und -verteilung zeigt, dass es in den Qualifikationsstrukturen zum Teil erhebliche Unterschiede gibt (vgl. Abb. 34). So weist die Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen einen sehr hohen Anteil von Beschäftigten mit abgeschlossener Berufsausbildung auf und liegt

auch beim Anteil der Akademiker noch leicht über dem Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes, wenn auch deutlich unter dem traditionell hohen Wert der gesamten Elektroindustrie. Hier haben also Facharbeiter eine besondere und für die Elektroindustrie untypisch große Bedeutung – an die Erzeugung der betreffenden Produkte werden z.B. aufgrund von strikten Sicherheitsbestimmungen und hohen Qualitätsanforderungen (siehe unten) besondere Ansprüche gestellt, die sich in mit entsprechend qualifiziertem Personal am besten realisieren lassen. Zudem findet sich hier in der Produktion oftmals eine vergleichsweise hohe Wert schöpfungstiefe, so dass Fertigung (im Verhältnis zur Montage) als wichtige Domäne von Facharbeitern eine wichtige Rolle spielt. Das wichtige Projektgeschäft mit seinem hohen Anteil an Engineering- und sonstigen Dienstleistungen führt in den einschlägigen Unternehmen bzw. Betrieben zu einem vergleichsweise hohen Anteil an Ingenieuren, spielt aber anteilig in der gesamten Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen (also über die Energietechnik hinaus) nur eine begrenzte Rolle.

Abb. 34: Qualifikationsstruktur der jeweiligen Wirtschaftszweige der Energietechnik im Jahr 2007 (eigene Berechnung nach Daten der Agentur für Arbeit)



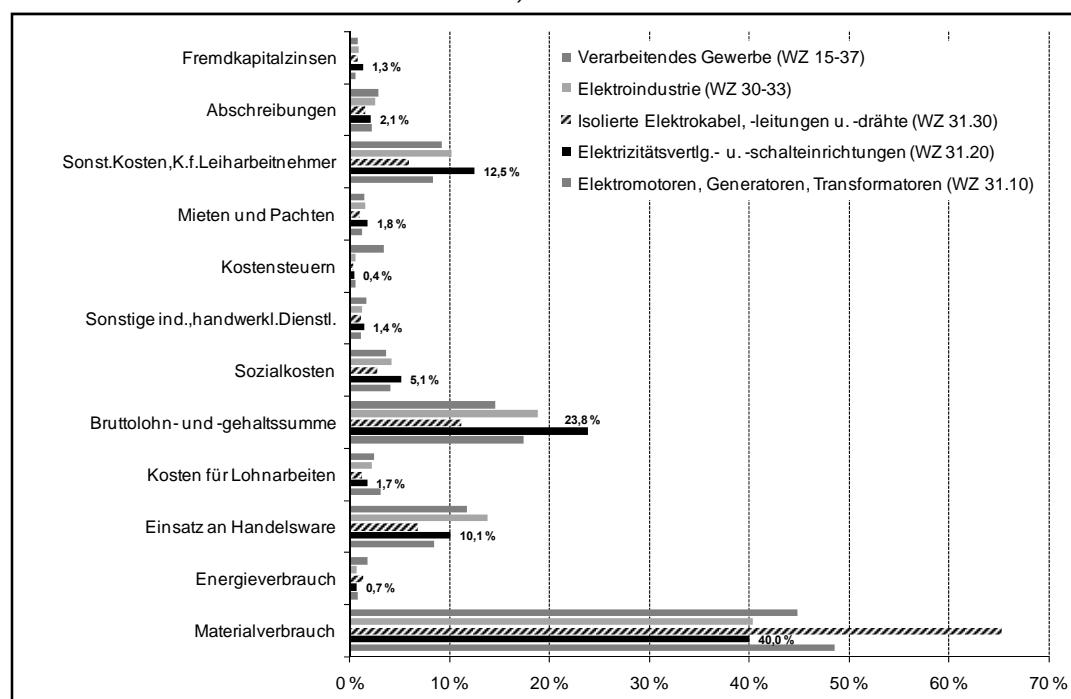
Der für die Energietechnik zweite wichtige Bereich der Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren weist deutlich andere Strukturen auf: Besonders auffällig ist der hohe Anteil von rund 22% an Beschäftigten mit Fachhoch- oder Hochschulabschluss. Maßgeblicher Grund hierfür ist die besondere Bedeutung des Engineerings bei der Herstellung der betreffenden Geräte. Dies gilt insbesondere für energietechnische Anlagen zum Einsatz in der Stromerzeugung und -versorgung, ebenso aber auch für einen großen Teil von Motoren für den Maschinen- und Anlagenbau oder für andere Einsatzfelder. Demgegenüber ist der Anteil der Beschäftigten mit abgeschlossener Berufsausbildung mit rund 53% gering und liegt deutlich unter dem Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes und auch noch unter dem Anteil in der gesamten Elektroindustrie. Hier kommt der hohe Anteil der Akademiker zum Tragen, der in den anderen Qualifikations-

gruppen im Gegenzug zu relativ geringeren Anteilen führen muss und gleichsam „auf Kosten“ des Facharbeiteranteils geht, während der Anteil von Beschäftigten ohne Berufsausbildung („Un- und Angelernte“) ähnlich hoch ist wie in den anderen Wirtschaftszweigen.

3.2.3 Kostenstruktur

Auch für die Kostenstruktur in der Energietechnik gibt es keine spezifischen Zahlen des ZVEI, so dass auch an dieser Stelle nur auf allgemeinere Angaben des Statistischen Bundesamtes zurückgegriffen werden kann (vgl. Abb. 35). Von besonderem Interesse für die Energietechnik ist der Wirtschaftszweig der Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen. Hier fallen im Vergleich zur gesamten Elektroindustrie und zum Verarbeitenden Gewerbe erstens der deutlich höhere Personalkostenanteil auf, und zwar sowohl in Form von Löhnen und Gehältern für eigene Beschäftigte (rund 24%), Sozialkosten (5%) wie auch als Kosten für Leiharbeitnehmer und Sonstiges (12%). Hier kommen zum einen eine hohe Personalintensität und zum zweiten eine vergleichsweise hohes Qualifikationsniveau der Beschäftigten mit entsprechenden hohen Löhnen und Gehältern zum Ausdruck. Zweitens fallen vergleichsweise wenig Materialkosten an, unter anderem weil Material für Planung und Projektsteuerung im Projektgeschäft nicht benötigt wird. Gleichwohl sind die Materialkosten mit einem Anteil von 40% die größte Einzelposition. Auch Handelsware hat für die Kosten eine vergleichsweise geringe Bedeutung.

Abb. 35: Kostenstrukturen in Wirtschaftszweige der Energietechnik im Vergleich zum Verarbeitende Gewerbe und Elektrotechnik (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



Bei der Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren bietet sich teilweise ein deutlich anderes Bild. Die Personalkosten liegen hier auf einem ähnlichen Niveau wie in der gesamten Elektroindustrie und im Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes. Eine vergleichsweise hohe Bedeutung haben die Kosten für Material. Hier kommt zum Ausdruck, dass dieser Fachzweig stark von der Produktion geprägt wird. Auch Lohnarbeiten haben eine relativ große Bedeutung, wenn auch auf einem deutlich niedrigeren Niveau. In der Herstellung von isolierten Kabeln, Leitungen und Drähten spielen die Materialkosten eine überragende Bedeutung: Nach dem Anstieg der Preise für verschiedene Rohstoffe seit 2005 – darunter insbesondere auch für Kupfer – lag der Materialkostenanteil bereits im Jahr 2006 bei über 65%. In der Zeit bis Mitte 2008 dürfte dieser Anteil sogar noch deutlich gestiegen sein. Bei solchen Entwicklungen ist es entscheidend, ob die Unternehmen die Materialpreisseigerungen an die Kunden weitergeben können. In vielen Fällen ist dies der Fall, was nicht zuletzt auch in der starken Umsatzsteigerung zum Ausdruck kommt. Gleichwohl muss oftmals ein Teil der Zusatzkosten auch selber getragen werden. Immerhin sind die Rohstoffpreise, insbesondere auch für Kupfer, seit Mitte 2008 wieder deutlich zurückgegangen.

3.2.4 Außenhandel und internationale Wettbewerbsposition

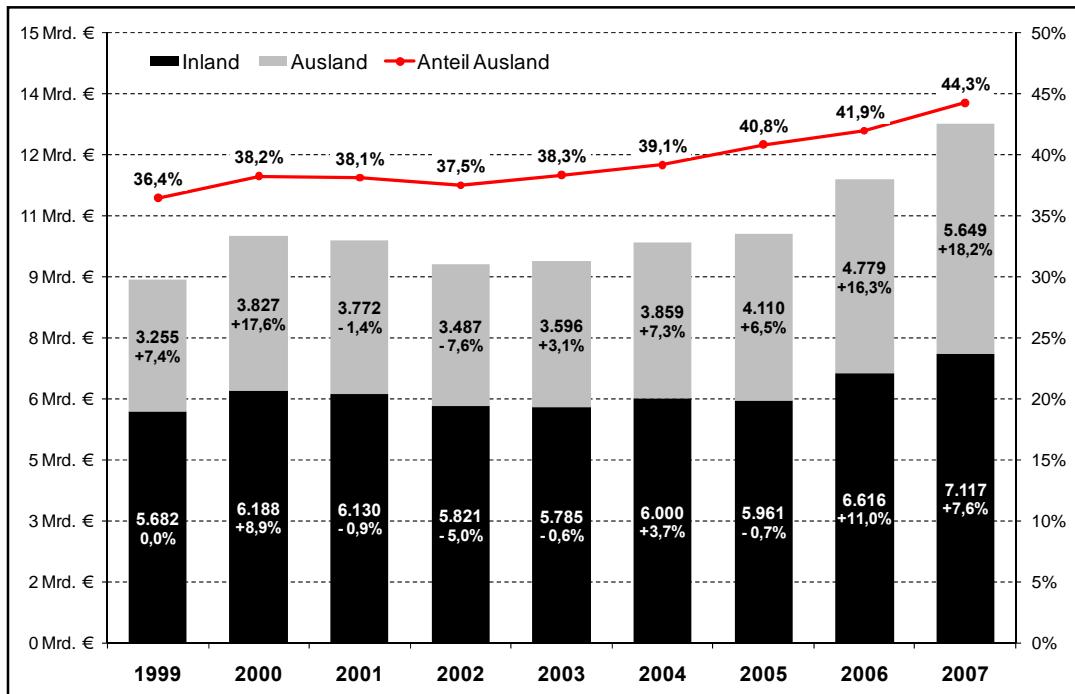
Verglichen mit anderen Zweigen der Elektroindustrie, spielen Auslandsmärkte und der internationale Handel in der Energietechnik eine vergleichsweise geringe Rolle. So erreichten die Unternehmen nach Angaben des ZVEI im Jahr 2007 einen Auslandsumsatzanteil von rund 44%, vier Jahre zuvor hatte er sogar bei lediglich 32% gelegen. Für die gesamte Elektroindustrie betrug der Wert im Jahr 2007 dagegen 48,5%. Verschiedene Ursache tragen zu dem vergleichsweise geringen Auslandsumsatzanteil in der Energietechnik bei:

- Zum einen handelt es sich traditionell um einen Markt, der in den einzelnen Staaten stark durch sicherheitstechnische Sonderanforderungen und Reglementierungen geprägt wird. Insbesondere in der Vergangenheit konnten Lösungen für bestimmte Staaten bzw. die dortigen Energieversorgungsnetze oftmals nicht umstandslos in anderen Staaten vermarktet werden. In der Folge entstand weltweit bzw., in den führenden Industriestaaten eine Struktur von jeweils auf den Heimatmarkt ausgerichteten Unternehmen (vgl. hierzu auch Abschnitt 3.4). Diese Struktur bricht allerdings in zunehmendem Maße auf, was sich in einem entsprechenden Anstieg des Exportanteils spiegelt.
- Zum zweiten spielen in bestimmten Marktsegmenten international tätige Unternehmen wie z.B. ABB, Siemens oder Areva eine überragende Rolle (vgl. Abschnitt 3.3 zur Unternehmenslandschaft bzw. zum Anbieterspektrum). Sie sind in den wichtigen Auslandsmärkten vielfach aber jeweils auch mit eigenen Produktions- oder Engineeringstandorten vertreten, was einen Export von Erzeugnissen oder Dienstleistungen aus Deutschland teilweise überflüssig macht, weil die Leistungen vor Ort erbracht werden.

Dass es trotz dieser beiden Faktoren seit dem Jahr 2004 zu einem deutlichen und seit 2006 zu einem sehr starken Anstieg des Auslandsumsatzes der Energietechnik kommt, liegt daran, dass die Exporte von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren sowie von Kabeln, Leitungen und Drähten in den vergangenen Jahren deutlich gestiegen sind.

nik-Hersteller (vgl. Abb. 36) gekommen ist, ist unter anderem eine Folge des stark wachsenden Stromverbrauchs in großen Schwellenländern wie z.B. China und des Modernisierungsbedarfes in den nordamerikanischen und osteuropäischen Stromversorgungsnetzen. Deutsche Hersteller partizipieren hier jeweils in erheblichem Umfang an Investitionen.

Abb. 36. Entwicklung von Inlands- und Auslandsumsatz in der Energietechnik (eigene Berechnung nach Daten des ZVEI)



Im Hinblick auf die einzelnen Wirtschaftszweige innerhalb der Herstellung von Geräten zur Elektrizitätserzeugung und -verteilung weisen die Produzenten von Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren mit 44,9% den höchsten Exportanteil auf (vgl. Abb. 37). Geringere Anteile erreichen die Hersteller von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen (42,0%, vgl. Abb. 38) und von isolierten Kabeln, Leitungen und Drähten (38,9% vgl. Abb. 39). Im Gegensatz zu den beiden anderen Bereichen hat sich der Auslandsumsatzanteil in der Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen auch in den vergangenen Jahren kaum erhöht.

Abb. 37: Entwicklung von Auslands- und Inlandsumsatz in der Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren (WZ 31.10) (eigene Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

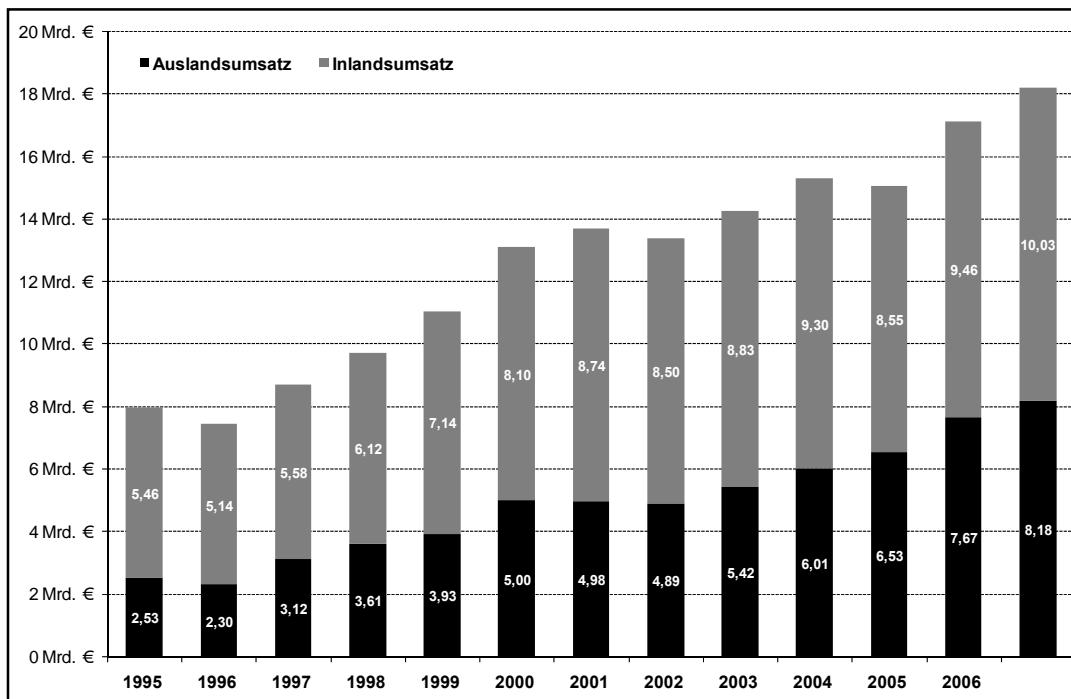


Abb. 38: Entwicklung von Auslands- und Inlandsumsatz in der Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen (WZ 31.20) (eigene Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

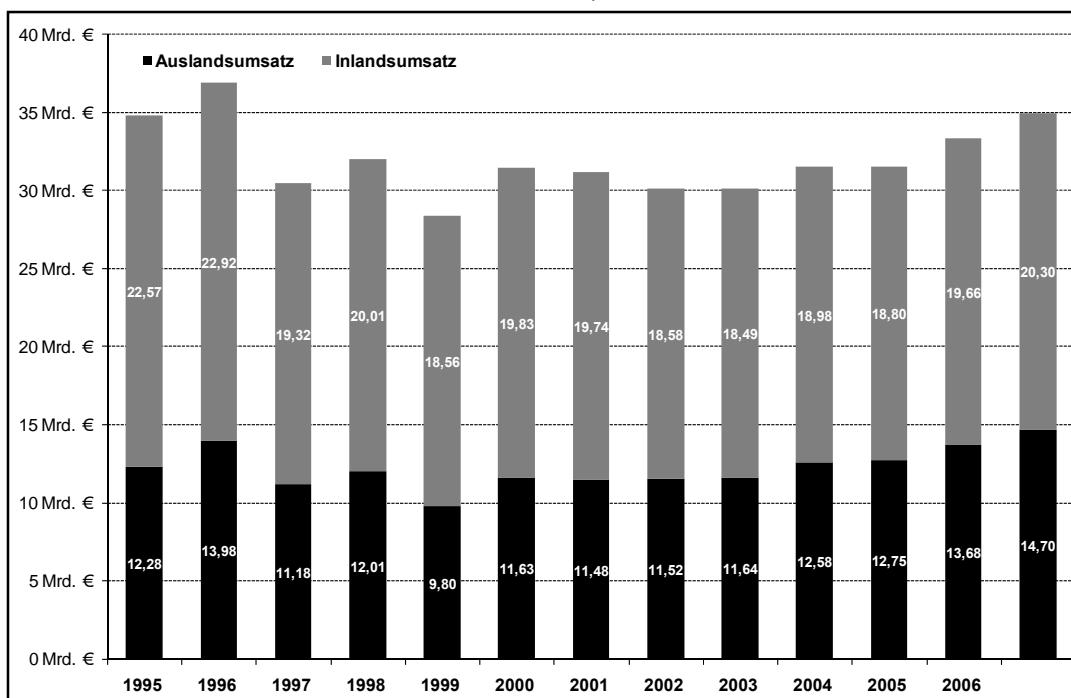
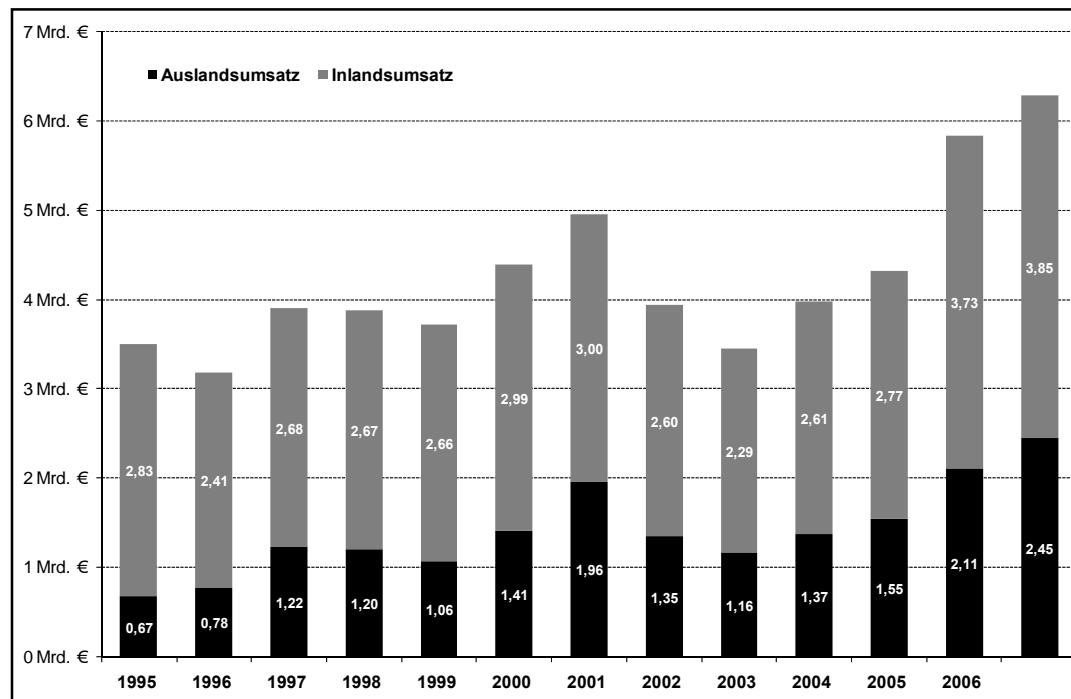


Abb. 39: Entwicklung von Auslands- und Inlandsumsatz in der Herstellung von Isolierten Elektrokabel, -leitungen und -drähten (WZ 31.30) (eigene Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



Der Blick auf den Außenhandel bestätigt die zunehmende Bedeutung ausländischer Märkte für deutsche Hersteller. Dabei bietet sich in allen drei Wirtschaftszweigen in der Herstellung von Geräten zur Elektrizitätserzeugung und -verteilung ein ähnliches Bild: Die Ausfuhren steigen schneller als die Einfuhren und der Anteil des Inlandsmarktvolumens am Produktionswert in Deutschland sinkt. So sind die Einfuhren bei der Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen von 2002 bis 2007 um 49% gestiegen, die Ausfuhren dagegen um 59% (vgl. Abb. 40). Einem Inlandsmarktvolumen von rund 18 Mrd. € stand im Jahr 2007 ein Produktionsvolumen von 28,5 Mrd. € gegenüber (vgl. Abb. 41).

Auch bei Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren bildet sich dieses Entwicklungsmuster ab, allerdings ausgehend von einer deutlichen anderen Ausgangslage: Noch im Jahr 2003 verzeichnete Deutschland in diesem Produktsegment nur einen vergleichsweise kleinen Ausfuhrüberschuss, der jedoch seit 2004 rasch wächst. Zwar sind auch die Einfuhren seit 2002 um 44% gestiegen, nach rascher entwickelten sich allerdings die Ausfuhren (+73%, vgl. Abb. 42). In der Folge konnte das Produktionsvolumen trotz einer seit Jahren weitgehend stagnierenden Nachfrage im Inland seit 2002 um 30% zulegen (vgl. Abb. 43).

Den geringsten Außenhandelsüberschuss erreicht Deutschland mit Elektrokabeln, -leitungen und -drähten. Hier haben sich seit 2002 sowohl Ausfuhren (+91%) wie auch Einfuhren (+86%) besonders stark und weitgehend im Gleichschritt entwickelt (vgl. Abb. 44). In der Folge ergibt sich hier zwischen dem Volumen des Inlandsmarktes (4,0 Mrd. €) und dem Produktionswert (4,8 Mrd. €) in Deutschland eine vergleichsweise geringe absolute und relative Differenz (vgl. Abb. 45).

Abb. 40: Entwicklung der Einfuhren und Ausfuhren von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen in Deutschland (eigene Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

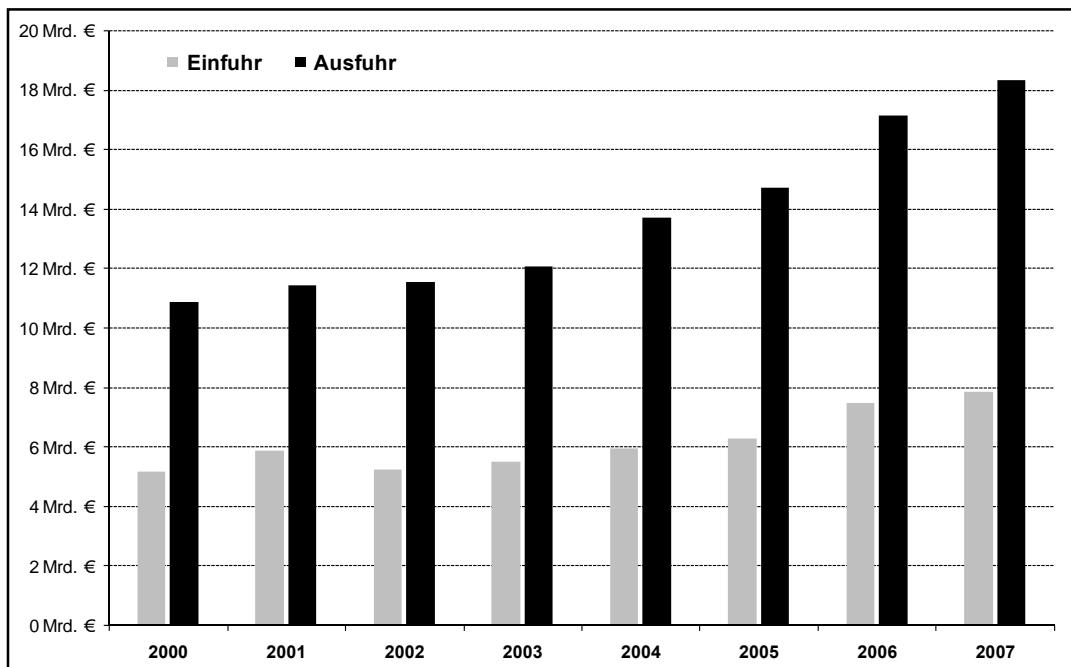


Abb. 41: Entwicklung von Produktionswert und inländischem Marktvolumen in der Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen (WZ 31.20) (eigene Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

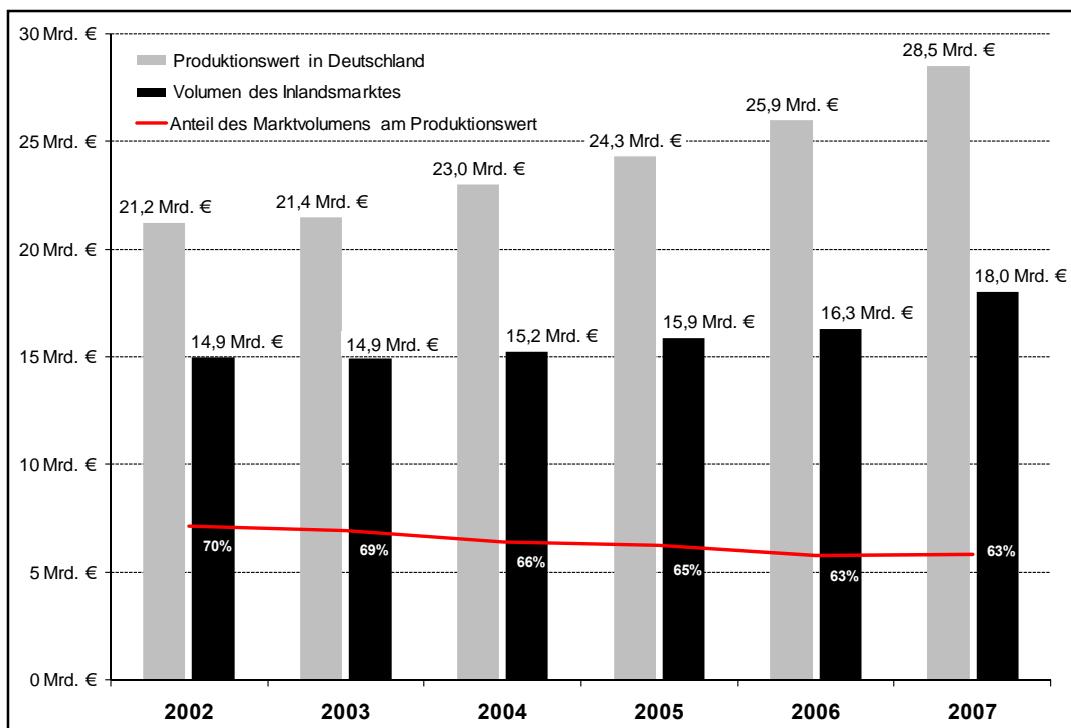


Abb. 42: Entwicklung der Einfuhren und Ausfuhren von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren in Deutschland (eigene Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

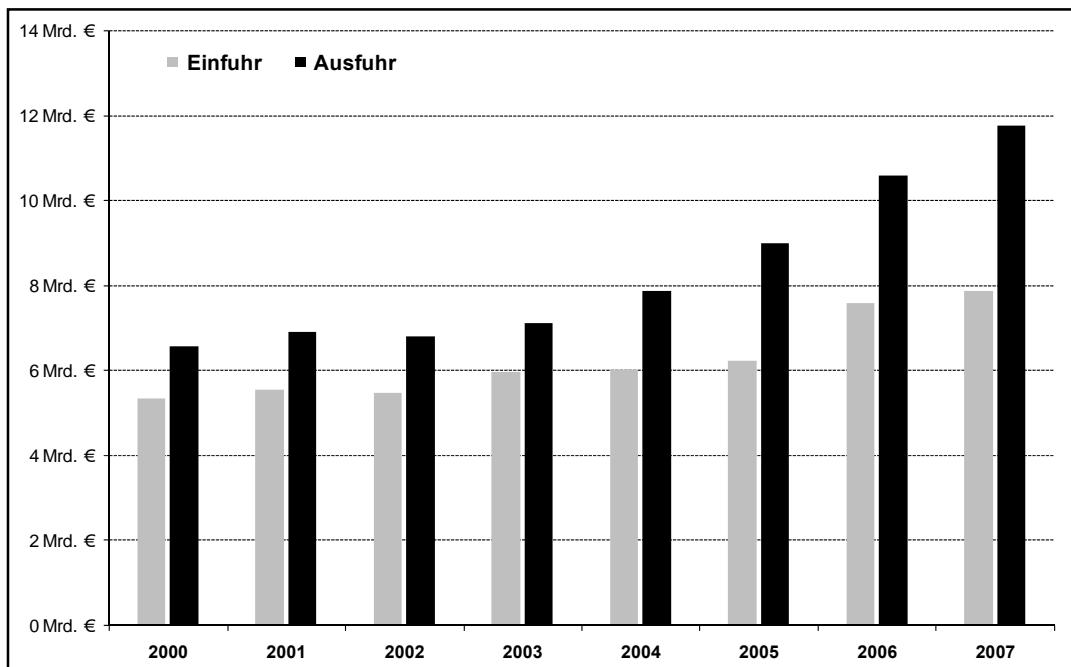


Abb. 43: Entwicklung von Produktionswert und inländischem Marktvolumen in der Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren (WZ 31.10) (eigene Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

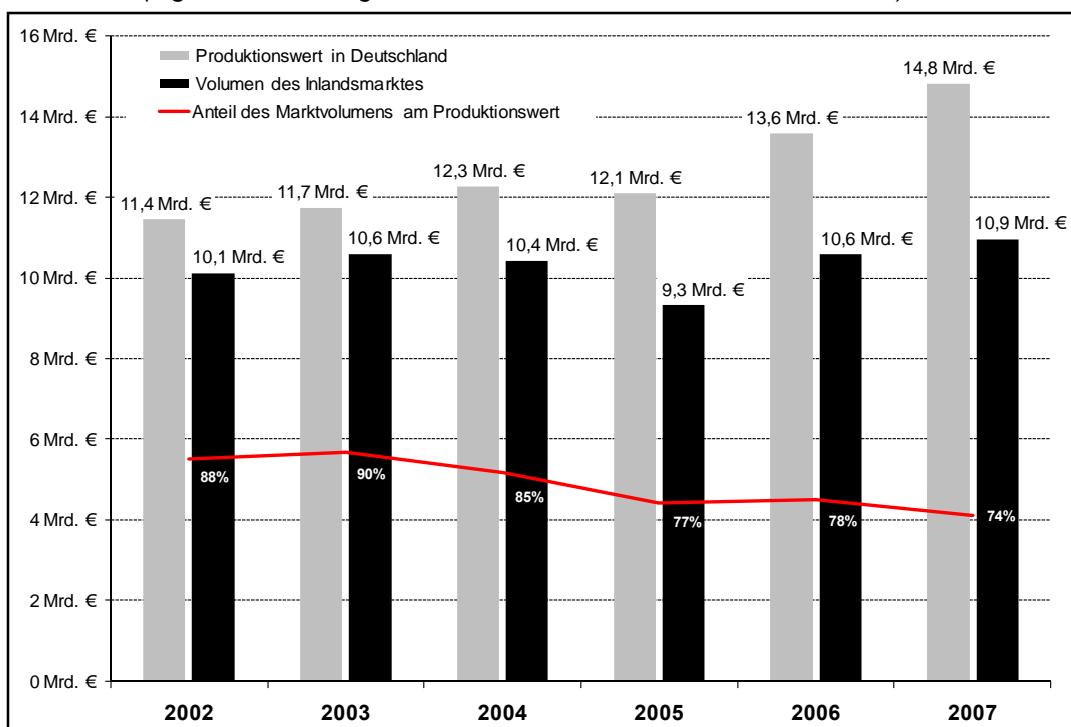


Abb. 44: Entwicklung der Einfuhren und Ausfuhren von Isolierten Elektrokabeln, -leitungen und -drähten in Deutschland (eigene Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

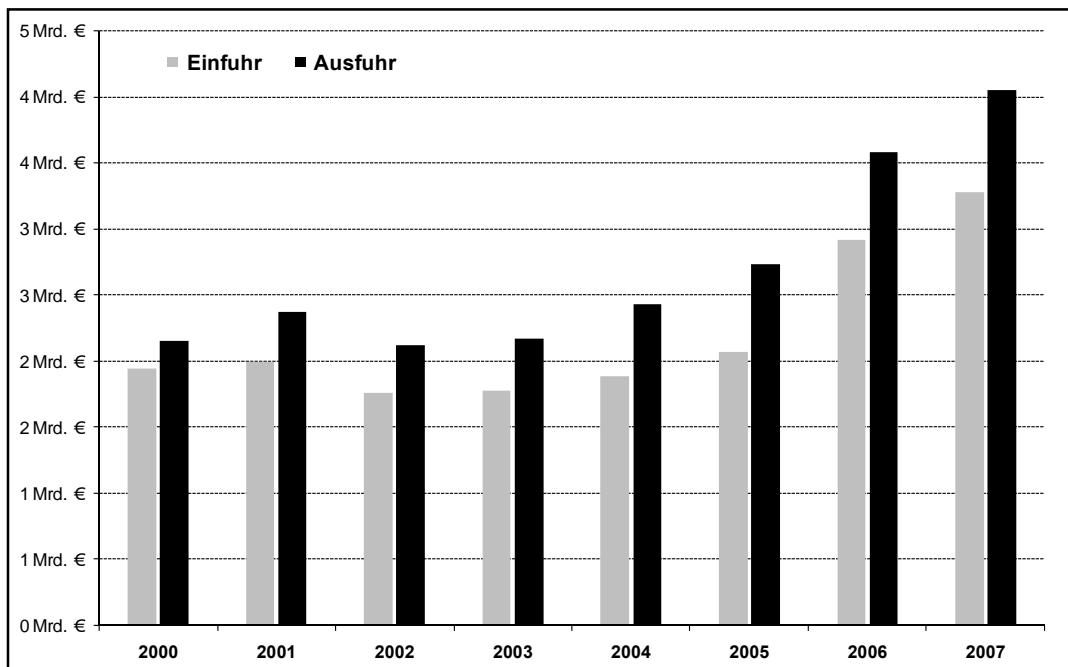
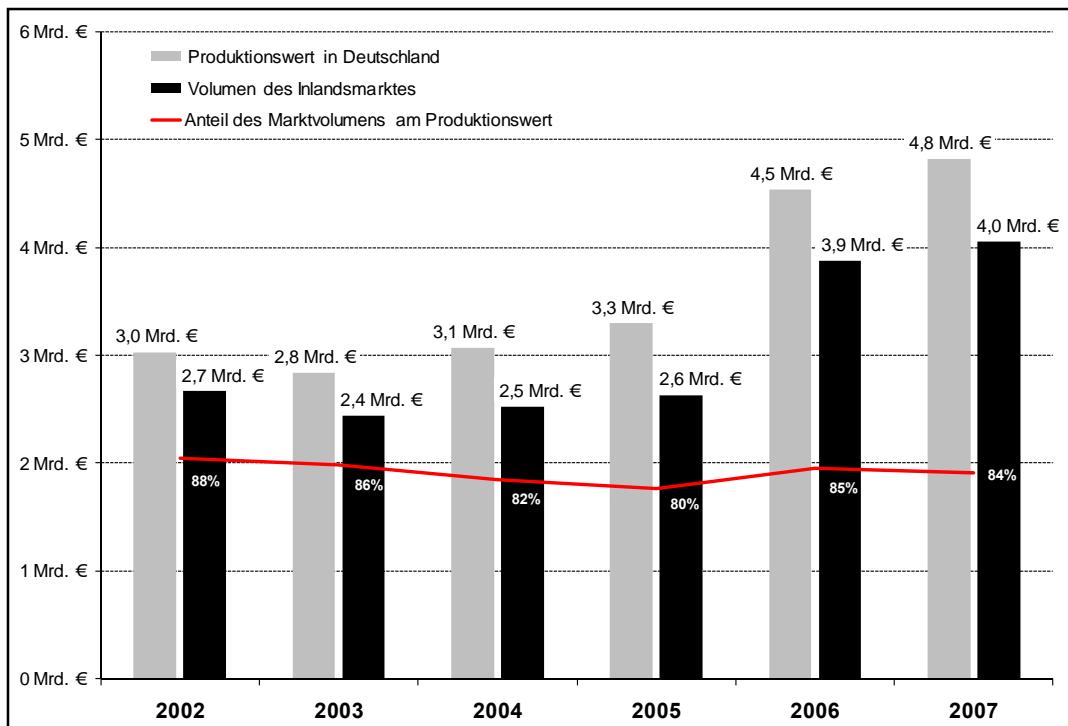


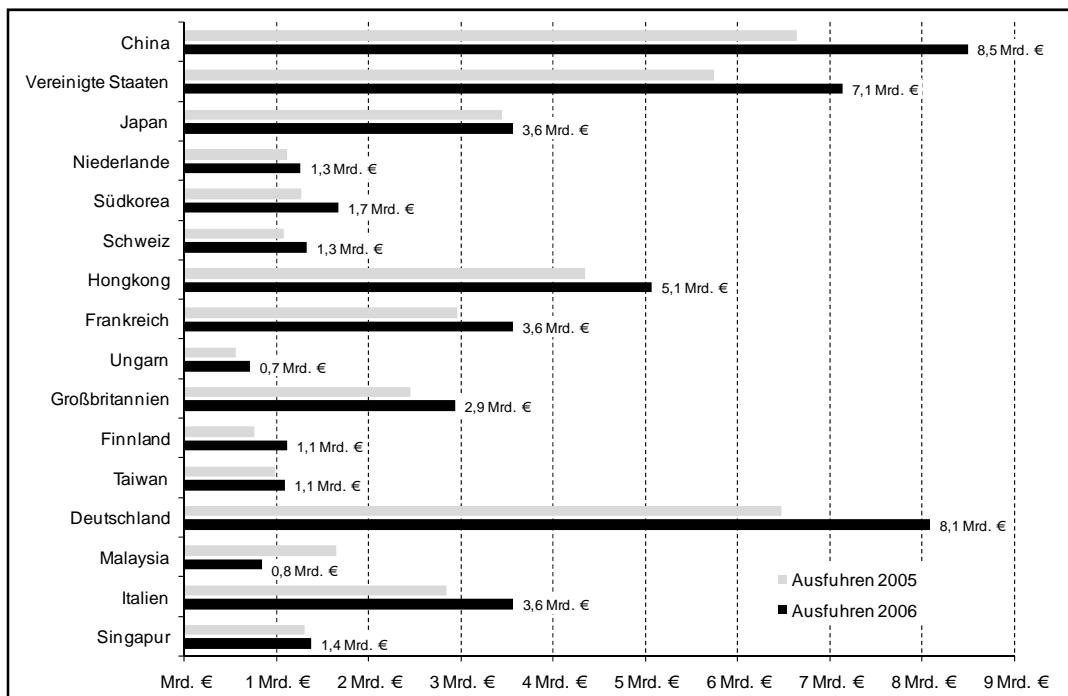
Abb. 45: Entwicklung von Produktionswert und inländischem Marktvolumen in der Herstellung von Isolierten Elektrokabeln, -leitungen und -drähten (WZ 31.30) (eigene Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



Insgesamt führt Deutschland Geräte zur Elektrizitätserzeugung und -verteilung im Wert von rund 31,3 Mrd. € ausgeführt. Hierauf entfielen nach Angaben des ZVEI rund 8,1 Mrd. € bzw. rund 26% auf Energietechnik. Mit diesem Wert nahm Deutschland im weltweiten Vergleich unter den ausführenden Staaten den zweiten Rang hinter China (8,5 Mrd. €) und vor den USA (7,1 Mrd. €) ein (vgl. Abb.

46). Der ZVEI weist in dieser Statistik allerdings Hongkong (5,1 Mrd. €) gesondert aus – China und Hongkong zusammen sind mit 13,6 Mrd. € der bei weitem führende Exporteur von Energietechnik. Eine starke Rolle auf dem Weltmarkt spielen zudem noch Frankreich, Japan und Italien sowie Großbritannien. Südkorea, das ansonsten in der Elektroindustrie zu den führenden Nationen gehört, ist im Bereich der Energietechnik dagegen deutlich schwächer vertreten. Ein Vergleich der Ausfuhrzahlen für die Jahre 2005 und 2006 zeigt, dass vor allem China und Deutschland von dem weltweiten Nachfrageboom nach Energietechnik profitieren konnten. Japan konnte seine Exporte dagegen kaum ausweiten.

Abb. 46: Ausfuhren von Energietechnik-Erzeugnissen von führenden Ländern in den Jahren 2005 und 2006 (eigene Berechnungen nach Daten des ZVEI)



3.3 Unternehmenslandschaft und regionale Schwerpunkte

Um den Kreis der Unternehmen zu umreißen, die sich in Deutschland mit der Herstellung elektrotechnischer Energietechnik befassen, kann man am besten von der Mitgliederstruktur des ZVEI ausgehen. Der ZVEI-Fachverband Energietechnik zählt rund 75 Mitglieder, unter denen sich allerdings alleine rund 20 Werke oder Töchter der drei Konzerne ABB, Siemens und Areva befinden. Der Fachverband Transformatoren und Stromversorgungen zählt rund 50 Mitglieder, der Fachverband Starkstromkondensatoren rund 10 Mitglieder. Selbst wenn man davon ausgeht, dass einzelne relevante Unternehmen nicht Verbandsmitglieder sind, so dürfte die Zahl der relevanten Firmen kaum über 150 liegen. Hinzu kommen freilich noch die Hersteller von isolierten Elektrizitätskabeln, -leitungen und -drähten; der entsprechende Fachverband zählt rund 40 Unternehmensmitglieder.

Der Kreis der Energietechnik-Hersteller lässt sich letztlich in zwei Gruppen einordnen: Auf der einen Seite stehen Komplettanbieter, die das gesamte Spektrum

von Höchst-, Hoch- und Mittelspannungsprodukten abdecken und zudem noch komplexe Systeme oder Anlagen anbieten. Hierzu gehören in Deutschland vor allem die Unternehmen ABB, Siemens und Areva. Auf der anderen Seite stehen kleinere Hersteller einzelner Produkte, die dann in aller Regel auf den Mittelspannungsbereich beschränkt sind. Diese kleineren Hersteller sind überwiegend familiengeführte, mittelständische Unternehmen.

Weltmarktführer in diesem Feld ist das schweizerische Unternehmen **ABB**, das in Mannheim seine Zentrale für die Energietechnik hat. Das Angebotsspektrum von ABB umfasst Kraftwerksleittechnik, die Stromübertragung und -verteilung. Da ABB nach der Abgabe seines Turbinen- und Generatorenbaus in den 90er Jahren an Alstom selbst keine Kraftwerke mehr errichtet und auch keine Turbinen als maßgebliche Anlagenkomponenten mehr produziert, stellt das Unternehmen Kraftwerksleittechnik und die Netzanbindung von Kraftwerken als Zulieferung her. Je nach Auslegung eines Kraftwerkes kann ABB jedoch auch heute immer noch 15-20% der erforderlichen Wertschöpfung beim Kraftwerksbau anbieten. Vom gesamten Konzernumsatz des Jahres 2007 in Höhe von 29,2 Mrd. US-\$ entfielen rund 8,8 Mrd. \$ (30%) auf das Geschäft mit Energietechnik-Produkten und rund 5,3 Mrd. \$ (18%) auf Energietechnik-Systeme.

Wichtigster Energietechnik-Standort von ABB in Deutschland ist Mannheim, wo Schaltanlagen, Netz- bzw. Gridsysteme sowie Netz- und Kraftwerksleittechnik entwickelt, projiziert und umgesetzt werden. Weitere wichtige Standorte für komplexe Energietechnik-Systeme sind Dresden (Schaltanlagen) und Minden (v.a. Kraftwerksleittechnik). Produkte werden vor allem in Hanau-Großauheim (z.B. Schalter für Hochspannung), Ratingen (z.B. Schalter für Mittelspannung) sowie in Bad Honnef, Brilon und Halle (jeweils Transformatoren) hergestellt. Starken energietechnischen Bezug hat zudem die ABB-Tochter Busch-Jäger als Anbieter von Gebäudetechnik. Neben Deutschland sind führende ABB-Aktivitäten im Bereich der Energietechnik auch in der Schweiz (Hochspannungsschaltanlagen für 400 kv und mehr) und Schweden (Seekabel und Schaltgeräte) angesiedelt. Engineeringzentren baut das Unternehmen derzeit in Indien, Tschechien und Abu Dhabi auf.

Im Unterschied zum Marktführer ABB ist der zweite große Anbieter **Siemens** selbst auch im Kraftwerksanlagenbau tätig und produziert nicht nur Leittechnik sowie Generatoren, sondern auch Turbinen und zum Teil auch Anlagen zur Dampferzeugung und Wärmetauscher. Für die Technik zur Stromübertragung gab es bei Siemens in der Vergangenheit die Sparte Power Transmission and Distribution (PTD), in der sich damit im Kern die elektrotechnische Energietechnik konzentrierte. Der Bau von Kraftwerken inkl. der Fertigung von Turbinen und Generatoren war parallel dazu in der Sparte Power Generation (PG) organisiert. Beide Sparten wurden im Jahr 2008 zu einem Bereich Energie zusammengefasst, der ein zentrales Standbein für die weitere Entwicklung des Konzerns sein soll.

Die Siemens-Sparte PTD verzeichnete im Jahr 2007 einen konzernexternen Umsatz von 7,1 Mrd. €, von denen rund 12% in Deutschland erwirtschaftet wurden. Die Zahl der Mitarbeiter lag weltweit bei rund 28.000, davon knapp 7.000 im Inland. In Deutschland gehören 12 Standorte zur Sparte PTD, darunter als größtes Werk Berlin mit alleine 2.500 Beschäftigten (Schaltanlagen für Hochspannung,

Energy Automation) sowie unter anderem Nürnberg (Transformatoren, Service), Frankfurt (Schaltanlagen), Bochum (Fa. Ruhrtal, Trennschalter), Köln (Fa. HSP Hochspannungsgeräte) sowie Dresden, Bamberg, und Kirchheim als Standorte für den Bau bzw. die Distribution von Transformatoren. Die elektrotechnische Energietechnik bei Siemens wird vervollständigt durch die Herstellung von Kraftwerksleittechnik in der Sparte PG.

Der dritte große Komplettanbieter, die französische Areva-Gruppe, hat neben dem Bereich Nukleartechnik in der Areva T&D seine Geschäftsbereiche Energieübertragung und -verteilung zusammengefasst. Diese Sparte hat ihre Wurzeln in der Alstom SA, die seit Ende der 80er Jahre u.a. um die britische General Electric Company, die deutsche AEG und die französische Cegelec erweitert wurde. Aufgrund von Wettbewerbsauflagen hat sich Alstom im Jahr 2004 von diesem Geschäftsbereich getrennt, der seither als Areva T&D weiter entwickelt wird und z.B. in 2006 von der RITZ-Gruppe den Bereich Hochspannungen sowie 2007 die Passoni & Villa (Hochspannungs-Durchführungen) übernommen hat.

Insgesamt beläuft sich der Umsatz von Areva T&D auf 4,3 Mrd. €, die mit 25.000 Mitarbeitern ganz überwiegend in Europa erwirtschaftet werden. Die deutsche Unternehmenszentrale befindet sich in Frankfurt / Main. Von dort werden die Fertigungsstandorte für Mittelspannungssysteme, Schutz- und Leittechnik sowie der Servicebereich (Raum Frankfurt), die Standorte für Hochspannungssysteme (Dresden), Hochspannungsgeräte (Kassel), Mittelspannung (Regensburg), Messwandler (Ludwigslust) Power Electronic (Berlin und Konstanz) sowie für Transformatoren (Mönchengladbach) geführt.

Wichtige internationale Wettbewerber sind General Electric sowie die japanischen Unternehmen Mitsubishi und Toshiba, die alle drei auch als Kraftwerksbauer tätig sind, sowie Hitachi, Fuji und Meidencha, die sich zu dem Gemeinschaftsunternehmen Japan AE Power Systems zusammengeschlossen haben. Ähnlich wie Siemens tritt auch General Electric als Anbieter sowohl von kompletten Kraftwerken wie auch von Technik zur Stromübertragung und -verteilung auf, wenn auch im Bereich der elektrotechnischen Energietechnik nicht mit einer so umfassenden Produktpalette und Leistungsbreite wie ABB und Siemens.

Veränderungen ergeben sich aktuell in der Anbieterlandschaft durch die zunehmende Integration von Informationstechnik in die Energiesysteme. Dies gilt gleichermaßen für die Kraftwerksleittechnik wie auch für Anlagen zur Stromübertragung und -verteilung. Vor diesem Hintergrund treten IT-Spezialisten wie z.B. SAP oder IBM, aber auch kleinere IT-Unternehmen in verstärktem Maße als Anbieter in der Energietechnik auf.

Die regionale Verteilung der elektrotechnischen Energietechnik weist insgesamt eine relativ breite Streuung der Unternehmensstandorte über das gesamte Bundesgebiet auf und folgt damit der gesamten Elektroindustrie (vgl. Abb. 47-49). Neben den Schwerpunkten in den Ländern Baden-Württemberg, Bayern und Hessen haben sich in allen drei Fachzweigen auch Schwerpunkte in den östlichen Bundesländern heraus gebildet.

Im größten Fachzweig der Elektrizitäts- und Schalteinrichtungen stellt sich die Verteilung am ausgewogensten dar. Einerseits sind hier die wichtigen Standorte von ABB, Areva und Siemens erkennbar. Darüber hinaus sind im Osten nicht nur in Sachsen und Thüringen relevante Standortkonzentrationen entstanden, sondern ebenso in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern. Vermutlich spielen hier neben der Förderpolitik die dort vorhandenen Qualifikationen sowie Lohnkostenvorteile eine Rolle. Gegenüber der gesamten Elektroindustrie fällt zudem auf, dass in Baden-Württemberg der Nordosten des Landes um Heilbronn und Ulm stärker ausgeprägt ist und nicht der Süden sowie die Rheinschiene.

Auch die Produktion von isolierten Elektrokabeln, -leitungen und -drähten ist räumlich breit verteilt, während die Hersteller von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren sich regional am stärksten konzentriert haben. Letztere sind beispielsweise Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz nur marginal und auch in Bayern wesentlich schwächer vertreten, hingegen sind in Niedersachsen und wiederum in den östlichen Ländern nennenswerte Branchenkonzentrationen vorhanden.

Abb. 47: Anteile des WZ 31.20 (Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen) an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe – Abweichung der Kreise und kreisfreien Städte vom Bundesdurchschnitt 0% (eigene Berechnung und Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

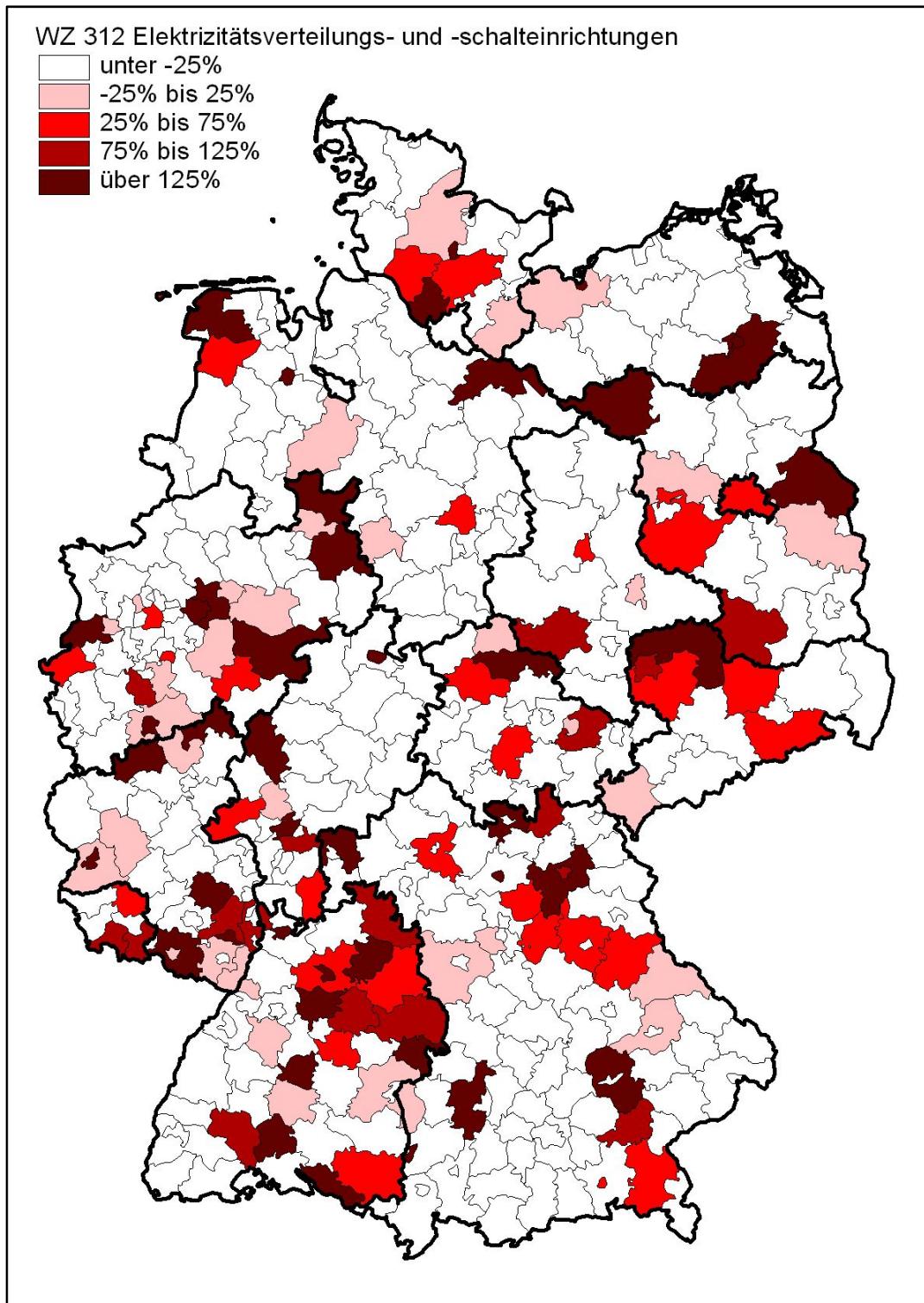


Abb. 48: Anteile des WZ 31.10 (Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren) an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe – Abweichung der Kreise und kreisfreien Städte vom Bundesdurchschnitt 0% (eigene Berechnung und Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

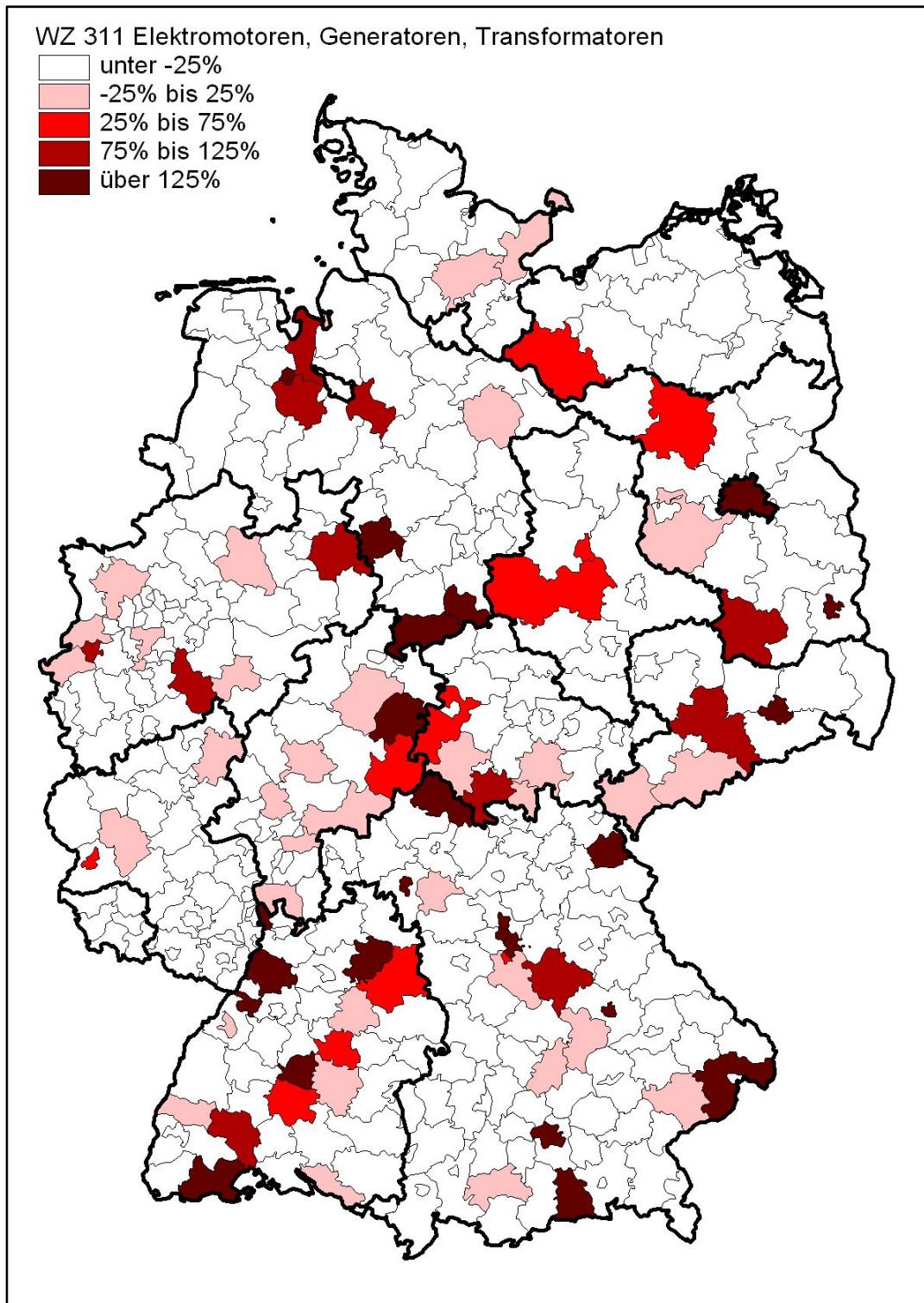
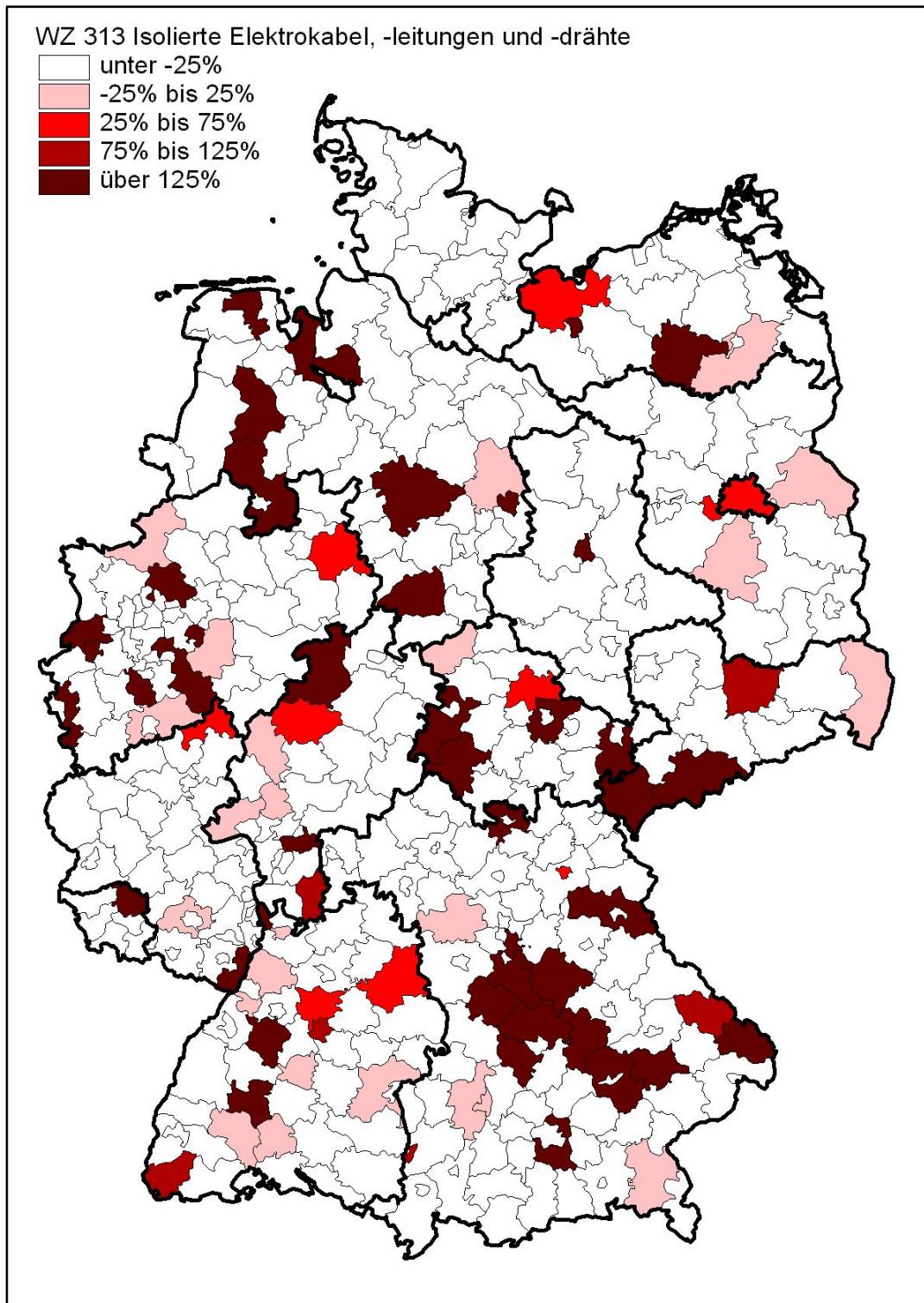


Abb. 49: Anteile des WZ 31.30 (Isolierte Elektrokabel, -leitungen und -drähte) an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe – Abweichung der Kreise und kreisfreien Städte vom Bundesdurchschnitt 0% (eigene Berechnung und Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



3.4 Trends in der Energietechnik und Handlungsfelder der Unternehmen

3.4.1 Weltweite Nachfrageentwicklung, Internationalisierung der Energietechnik und Wettbewerbsfähigkeit

Von besonderer Bedeutung für den zukünftigen Bedarf an Energietechnik ist die Entwicklung der Stromproduktion. Dies gilt erstens in quantitativer Hinsicht, also für den Umfang des Strombedarfs bzw. der Stromproduktion. Zweitens sind auch qualitative Aspekte von großer Bedeutung, z.B. im Hinblick auf die Energieträger sowie die Kraftwerks- und Versorgungskonzepte, die bei der Stromerzeugung eingesetzt werden. So erfordern Kraftwerksparken mit einer großen Bedeutung an fossil und nuklear befeuerten großen Anlagen sowohl in der Kraftwerkstechnik wie auch in der Stromübertragung und -verteilung andere technische Lösungen als Energieversorgungsstrukturen, in denen z.B. aus Gründen des Klimaschutzes zu größeren Anteilen mehr kleinere, dezentrale Anlagen zur Kraftwärmekopplung und zur Nutzung regenerativer Energiequellen betrieben werden.

Während die Stromproduktion in Deutschland in den vergangenen Jahren nur moderat gestiegen ist und für die kommenden Jahrzehnte allgemein eine Fortsetzung dieses Trends erwartet wird, ist der Bedarf an Strom weltweit als Folge des Bevölkerungswachstums und der raschen wirtschaftlichen Entwicklung großer Schwellenänder in den letzten Jahren stark gewachsen. Ein wachsender Strombedarf wirkt in mehrfacher Hinsicht auf die Nachfrage nach Energietechnik:

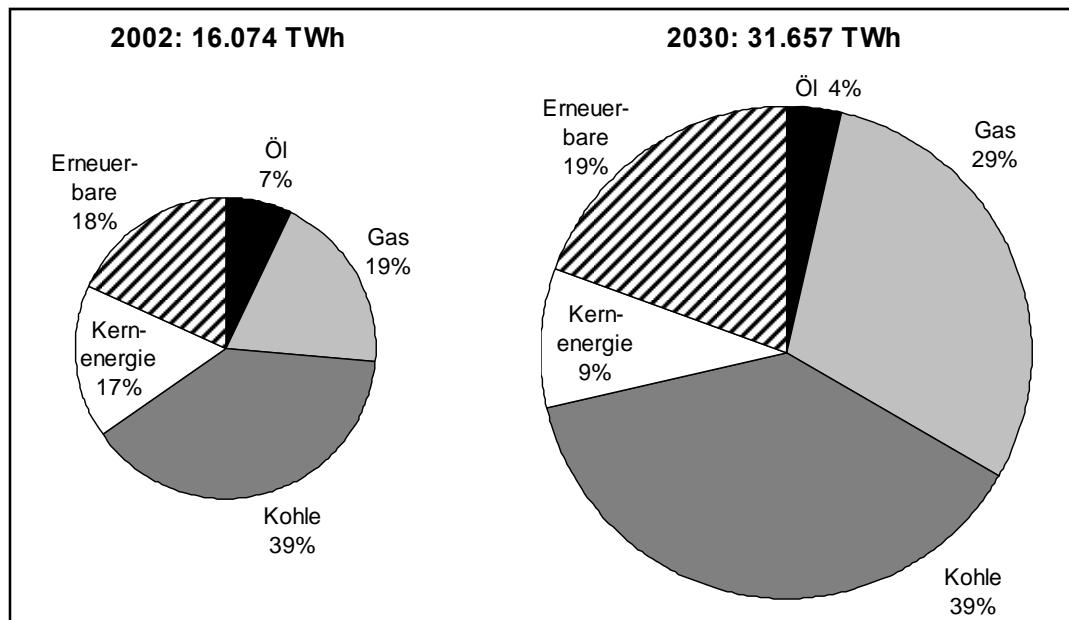
- Erstens ergibt sich ein Volumeneffekt, indem vor allem mehr Stromerzeugungskapazitäten benötigt werden. Zudem ergibt sich in Staaten mit schlechten bzw. bisher nur schwach und/oder nicht flächendeckend ausgebauten Stromnetzen auch in dieser Hinsicht ein Nachholbedarf.
- Zweitens bedeutet ein steigender Strombedarf in bestehenden Netzen auch hohe Ströme, was eine entsprechende Anpassung der eingesetzten Geräte erfordert. Anpassungsbedarf ergibt sich auch aus dem steigenden Grad an Vernetzung (z.B. in Europa) und damit des Kurzschlussstromniveaus.

Um diese Entwicklungen abzuschätzen, wird für verschiedene Weltregionen im Folgenden auf Prognosen der International Energy Agency (IEA 2004), einer Einrichtung der OECD, zurückgegriffen. Sie prognostiziert einen durchschnittlichen Anstieg der weltweiten Stromnachfrage auf 2,5% pro Jahr. Damit würde die globale Stromproduktion von 16.074 TWh im Jahr 2002 auf 31.657 TWh im Jahr 2030 steigen und sich damit ungefähr verdoppeln (vgl. Abb. 50).

Für einzelne **Weltregionen** wird die Entwicklung der Strommärkte und der Elektrizitätserzeugung dabei sehr unterschiedlich ausfallen (vgl. Abb. 51): So ist in den entwickelten Industriestaaten und in den ehemaligen Ostblockstaaten ein relativ geringer Zuwachs zu erwarten. In Nordamerika (USA, Kanada und Mexiko) wird ein Anstieg der Stromproduktion um 49%, in den OECD-Staaten Europas um 43% und in den OECD-Staaten im pazifischen Raum (Japan, Korea, Australien und Neuseeland) um 44%, in den ehemaligen Ostblock-Staaten um 66% angenommen. Ein besonders starker Zuwachs um 220% wird für die asiatischen Nicht-OECD-Staaten (darunter China, Indien und Indonesien) erwartet – in dieser Welt-

region würde demnach im Jahr 2030 deutlich mehr Strom produziert als in Nordamerika oder den europäischen OECD-Staaten. Starke Zuwächse werden auch in Lateinamerika, im Nahen Osten und in Afrika prognostiziert, allerdings bleiben diese Märkte absolut immer noch vergleichsweise klein und werden deshalb nachfolgend nicht eingehender betrachtet.

Abb. 50: *Entwicklung der weltweite Stromerzeugung und Bedeutung einzelner Energieträger in den Jahren 2002 und 2030 gemäß Prognose der Internationalen Energie-Agentur IEA (eigene Darstellung nach Zahlen aus IEA 2004)*⁴



Aus dieser regional differenzierten Prognose des Strombedarfs bzw. der Stromproduktion entwickelt die IEA auch Perspektiven für den Investitionsbedarf in Anlagen zur Erzeugung, Übertragung und Verteilung von Strom. So müssten die Stromerzeugungskapazitäten für die o.g. Verbrauchssteigerung von rund 3.400 GW_{el} bis 2030 auf 7.200 GW_{el} erweitert werden. Neben dem Bau dieser fast 3.800 GW_{el} zusätzlicher Stromerzeugungskapazitäten müssten außerdem weitere rund 1.000 GW_{el} der heute bereits bestehenden Kapazitäten aufgrund von Überalterung ersetzt werden (vgl. Abb. 52 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Mit dem Bau der genannten zusätzlichen und mit dem teilweisen Ersatz bestehender Stromerzeugungskapazitäten werden nach Berechnungen der IEA (2004) Investitionen in Höhe von rund 4.600 Mrd. US-\$ verbunden sein. Etwa 15% der Wertschöpfung beim Kraftwerksbau entfällt dabei nach Angaben des ZVEI auf die Elektroindustrie, nach Angaben von ABB beträgt der Elektrotechnik-Anteil sogar in Abhängigkeit von Kraftwerkskonzept zwischen 20 und 30%. Weiterer Investitionsbedarf in Höhe von rund 5.200 Mrd. US-\$ entsteht

⁴ Die IEA baut ihre Energiebedarfsprognosen vor allem auf Abschätzungen des zukünftigen Wirtschaftswachstums, des Zusammenhangs zwischen Wirtschaftswachstum und Energiebedarf sowie der Entwicklung des Ölpreises auf. Für 2002 bis 2030 unterstellt die IEA ein durchschnittliches Wirtschaftswachstum von 3,2%. Der Ölpreis wird 2010 mit 22 US-\$ und 2030 mit 29 US-\$ je Barrel angesetzt. Auch wenn der Ölpreis ausgehend von Spitzenniveau (rund 150 US-\$) bis Ende 2008 um fast zwei Drittel gefallen ist, erscheint die unterstellte Steigerung aus heutiger Sicht zu moderat. Entsprechend verhalten fällt auch der Ansatz der IEA für die Preisentwicklung bei Erdgas aus.

durch den Bau von Übertragungs- und Verteilungsnetzen (vgl. Abb. 53), die fast vollständig auf elektrotechnische Ausrüstungen entfallen. Insgesamt ergibt sich daraus bis zum Jahr 2030 ein kumuliertes Marktvolumen von rund 6.000-6.500 Mrd. US-\$ bzw. von jahresdurchschnittlich rund 215-230 Mrd. US-\$.

Abb. 51: Entwicklung der Elektrizitätserzeugung nach Energieträgern in unterschiedlichen Weltregionen (eigene Darstellung nach Zahlen aus IEA 2004)

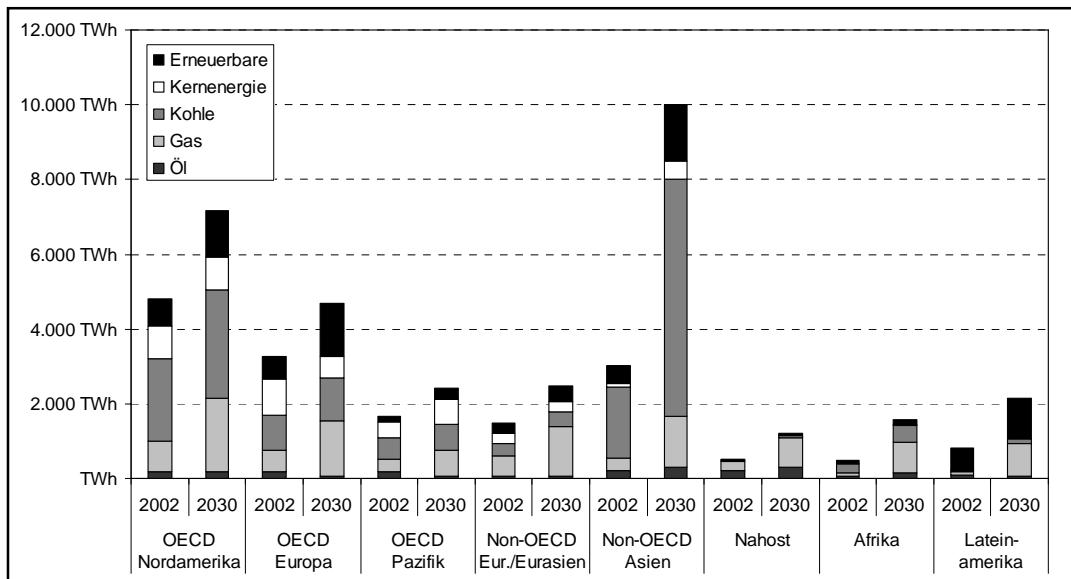
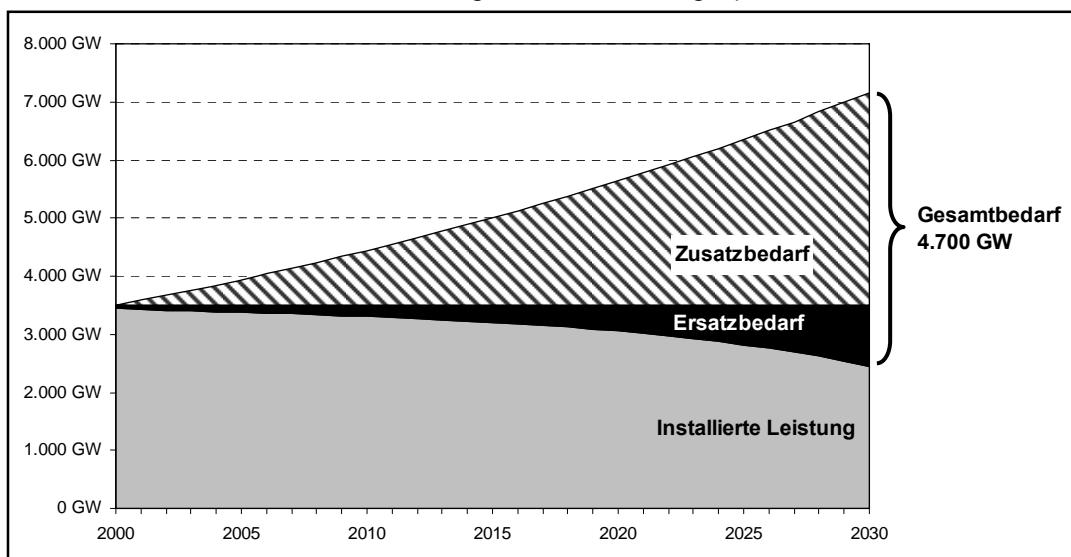


Abb. 52: Geschätzter Bedarf an neuen Stromerzeugungsanlagen durch Ersatz bestehender und Neubau zusätzlich erforderlicher Kapazitäten (Abbildung nach Zahlen aus IEA 2003 und eigenen Abschätzungen)



Die Aufstellung der prognostizierten Investitionsbedarfe macht deutlich, dass der Schwerpunkt eindeutig in den stark wachsenden Schwellenländern China und Indien liegt, wo gleichermaßen Stromerzeugungskapazitäten wie auch Übertragungs- und vor allem Verteilnetze aufgebaut werden müssen. Allein für diese beiden Staaten setzt die IEA bis 2030 einen Investitionsbedarf von fast 2.800 Mrd. US-\$ an. Für die Stromübertragung setzen beide Staaten dabei auf absolute Spitzentechnologie: China plant ein Höchstspannungsnetz mit 1.100 kV, Indien mit 1.200 kV. Für die Übertragung über größere Distanzen zwischen großen Wasser-

kraftwerken (z.B. am Drei-Schluchten-Staudamm) und großen Ballungsräumen werden in China die bisher ehrgeizigsten Leitungen und Anlagen für Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) gebaut. Hier werden von ABB (Auftragsvolumen: 440 Mio. €) bis 2011 eine Leitung mit 2.100 km Länge und 6.400 MW Kapazität sowie von Siemens (Auftragsvolumen: 300 Mio. €) bis 2010 eine Leitung mit 1.400 km Länge und 5.000 MW Kapazität errichtet, die beide mit einer Spannung von 800 kV arbeiten werden. Zuvor waren weltweit nur HGÜ-Anlagen bis maximal 500 kV Spannung realisiert worden, und dabei nur vier Leitungen mit einer Länge von über 1.000 km und nur zwei Anlagen mit einer Kapazität von mehr als 2.000 MW.

Abb. 53: *Übersicht über erforderliche Investitionen in Anlagen zur Erzeugung, Übertragung und Verteilung von Strom in Weltregionen im Zeitraum 2003-2030 (eigene Darstellung nach Zahlen aus IEA 2004)*

| Region | Kapazitätserweiterung (in GW) | Investitionen in die Elektrizitätswirtschaft (in Mrd. US-\$) | | | |
|---------------------------------|-------------------------------|--|--------------|--------------|--------------|
| | | Erzeugung | Übertragung | Verteilung | Gesamt |
| OECD Europa | 801 | 842 | 125 | 433 | 1.399 |
| EU | 766 | 788 | 121 | 423 | 1.332 |
| OECD Nordamerika | 842 | 910 | 273 | 643 | 1.827 |
| USA / Kanada | 758 | 840 | 240 | 568 | 1.648 |
| OECD Pazifik | 332 | 416 | 100 | 199 | 714 |
| Japan / Korea | 275 | 346 | 73 | 150 | 569 |
| OECD | 1.975 | 2.167 | 498 | 1.276 | 3.940 |
| Russland | 154 | 138 | 26 | 92 | 256 |
| Non-OECD Europa/Eurasien | 372 | 287 | 79 | 287 | 65 |
| Non-OECD Asien | 1.600 | 1.553 | 666 | 1.444 | 3.662 |
| China | 860 | 883 | 378 | 802 | 2.063 |
| Indien | 272 | 256 | 132 | 289 | 678 |
| Indonesien | 77 | 69 | 29 | 67 | 166 |
| Lateinamerika | 373 | 317 | 122 | 269 | 708 |
| Brasilien | 114 | 125 | 46 | 102 | 273 |
| Naher Osten | 195 | 118 | 48 | 107 | 272 |
| Afrika | 269 | 165 | 127 | 271 | 563 |
| Entwicklungsländer | 2.437 | 2.153 | 962 | 2.090 | 5.205 |
| Welt | 4.784 | 4.607 | 1.539 | 3.652 | 9.798 |

Gleichwohl sind auch die westlichen Industriestaaten in der Zukunft attraktive Wachstumsmärkte: So müssen in **Europa** in den großen Staaten wie Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Italien umfangreiche Stromerzeugungskapazitäten aufgrund ihres Alters ersetzt werden, so dass Neuanlagen trotz eines weitgehend stagnierenden Stromverbrauchs gebaut werden müssen. Auf der anderen Seite ist in vielen Staaten wie z.B. Spanien, Portugal, Griechenland und insbesondere auch in osteuropäischen Ländern für die Zukunft mit einem steigenden Stromverbrauch zu rechnen, so dass neben dem Ersatz bestehender Anlagen auch vollkommen neue Stromerzeugungskapazitäten errichtet werden müssen. So schätzt die IEA, dass bis 2030 in der EU 766 GW_{el} installiert werden müssen, etwa die Hälfte dient dem Ersatz bestehender Stromerzeugungskapazitäten. Hierdurch werden Investitionen in Höhe von 788 Mrd. US-\$ erforderlich werden.

Neben dem Bau von Kraftwerken muss in Europa auch in die Netze investiert werden, wobei der Schwerpunkt im Großen und Ganzen in der Ergänzung und Modernisierung der bereits bestehenden Strukturen und in punktuellen Ergänzungen bzw. Verstärkungen (z.B. für die Anbindung von Offshore-Windparks oder zur Erweiterung der Austauschkapazitäten zwischen einzelnen nationalen Märkten) liegt – sofern auch mittelfristig die Stromerzeugungsstruktur weitgehend durch zentrale Großkraftwerke geprägt ist. In diesem Fall sind vergleichsweise

geringere Investitionen in die Netze erforderlich. So geht z.B. die IEA für die EU von einem Investitionsbedarf in Stromübertragungsnetze in Höhe von 121 Mrd. US-\$ bis zum Jahr 2030 aus.

Deutlich größere Investitionsbedarfe könnten jedoch entstehen, falls die Nutzung regenerativer Energiequellen zur Stromversorgung deutlich ausgebaut wird, wie dies z.B. von der Europäischen Union zum Klimaschutz verfolgt wird: In diesem Fall entstehen noch zusätzliche Bedarfe zum Ausbau der Stromnetze. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass Stromerzeugung und Strombedarf bei der Nutzung regenerativer Energien oftmals räumlichen auseinanderfallen, da Wind, Erdwärme oder Sonneneinstrahlung (anders als fossile Energieträger) nicht zum Ort der Stromnachfrage transportiert werden können, um sie erst dort in Strom umzuwandeln. Die erforderliche Überbrückung der Entfernungen erfordert erhebliche zusätzliche Stromübertragungskapazitäten.

So werden z.B. Überlegungen angestellt, die starke Sonneneinstrahlung und die großen Freiflächen in Nordafrika für den Aufbau großer Solarthermischer Kraftwerke zu nutzen, um Zentraleuropa mit klimaschonend hergestelltem Strom zu versorgen. Für die erforderliche Kraftwerkstechnik-Technik werden eine technische Serienreife und wettbewerbsfähige Kosten innerhalb der nächsten 10 bis 15 Jahre erwartet (vgl. SUSTAIN CONSULT 2007). Im Extremfall könnten die großen Potenziale regenerativer Energien am Rande von Europa in einem europaweiten Stromverbund zu verbinden, der neben der Nutzung solarthermisch erzeugten Stroms aus Nordafrika und Süds spanien auch andere regenerativ erzeugte Elektrizität (z.B. Geothermie aus Island und Italien, Wasserkraft aus Nordnorwegen, Windkraft aus dem gesamten Nordeuropa) umfasst. Dies wäre mit einem starken Bedarf an zusätzlichen Kapazitäten zur verlustfreien Stromübertragung über sehr lange Distanzen verbunden.

Auch wenn solche Überlegungen derzeit noch nicht realistisch erscheinen, ergeben sich jedoch auch schon auf dem eingeschlagenen Entwicklungspfad erhebliche Investitionsbedarfe in die Stromübertragung und -verteilung. Insgesamt steht Europa hier vor starken Änderungen in der technischen Infrastruktur, die den heimischen Markt möglicherweise auf Dauer deutlich interessanter macht als die zuletzt boomenden Märkte in Schwellenländern, in denen vielfach praktisch eine komplett neue Infrastruktur auf einen Schlag aufgebaut wird, die dann anschließend für lange Zeit nur noch wenig Investitionen erforderlich macht. So könnte Europa theoretisch gewissermaßen als Technik-Laboratorium für die Energiestrukturen von morgen dienen – allerdings sind die industrie politischen Pfade der für die Energietechnik bedeutenden EU-Staaten und deren Energiepolitik wohl nicht kohärent genug, um entsprechende Perspektiven entschlossen zu realisieren. Eine europäische Energiepolitik ist jedenfalls bisher selbst im Ansatz kaum zu erkennen.

Was solche strukturellen Änderungen alleine für **Deutschland** bedeuten, wurde in der sogenannten dena-Netzstudie (dena 2005) ermittelt: Demnach müssten bis 2015 rund 850 km neue Verbundtrassen gebaut und zusätzlich bestehende Leistungen über eine Länge von 400 km verstärkt werden, wenn bis dahin ein Fünftel des Strombedarfs durch Nutzung regenerativer Energien gedeckt werden soll. In der Studie wird hierfür vor allem der Aufbau von rund 10 GW Stromerzeugungs-

kapazitäten in Offshore-Windparks und die Erweiterung der Windkraftkapazitäten auf dem Land von rund 22 auf 26 GW unterstellt. Seit 2008 wird die Stromübertragung für die ersten Offshore-Windparks vor der deutschen Nordsee-Küste – teilweise in Form von HGÜ-Leitungen – gebaut. Über diese direkte Anbindung der Windkraftparks hinaus ist der festgestellte erforderliche Netzausbau bisher jedoch kaum in Gang gekommen.

Neben der Frage, welche Folgen sich für die Stromnetze und damit für die Energietechnik-Hersteller aus der verstärkten Nutzung regenerativer Energieträger ergibt, hat gerade in Deutschland die Zukunft der Netzregulation und der Eigentümerstruktur bei den Stromnetzen eine große Bedeutung für die Hersteller der betreffenden Ausrüstungen. Welchen Einfluss solche strukturellen Entwicklungen haben können, ist nach der Strommarktliberalisierung im Jahr 1998 sichtbar geworden: Damals hatten die privatisierten und damit renditeorientierten Eigentümer der Großkraftwerke und der Stromnetze zunächst auf Jahre hinaus darauf verzichtet, in die Modernisierung ihrer Anlagen zu investieren. Vor dem Hintergrund von Überkapazitäten im Kraftwerkspark mag dies zwar teilweise nachvollziehbar gewesen sein, hat allerdings über ein Jahrzehnt hinweg zu einem deutlichen Investitionsstau geführt. Nicht immer tritt dieser Zustand so deutlich zutage wie im November 2005, als im westlichen Münsterland nach heftigen Schneefällen 250.000 Menschen vor allem aufgrund umgeknickter Strommasten bis zu drei Tage ohne Stromversorgung waren. Der Netzbetreiber RWE musste einräumen, dass die betreffenden Masten aus Thomasstahl gefertigt waren, der bis 1967 verwendet wurde und bekanntermaßen zur Versprödung neigt.

Hintergrund der aktuellen Diskussion über die Zukunft der Netzregulation und der Struktur der Netzeigentümer ist der fehlende Wettbewerb im Bereich der Stromversorgung: Gegenwärtig ist das Hochspannungsstromnetz in Deutschland in vier homogene Bereiche geteilt, die zudem den vier größten Kraftwerksbetreibern (E.on, RWE, Vattenfall und EnBW) gehören. Die EU will die Stromerzeugung und den Betrieb der Hochspannungsnetze trennen, da sie in der gleichzeitigen Stromerzeugung und dem Besitz von Fernstromnetzen, auf deren Nutzung alle Produzenten angewiesen sind, eine Behinderung des Marktes erkennt. In welche Richtung sich die aktuelle Diskussion über dieses Thema schließlich bewegt, ist gegenwärtig schwer abzuschätzen – so stehen sich derzeit u.a. Vorschläge zur Bündelung der Netze in einer nationalen Betreibergesellschaft mit staatlicher Beteiligung und Vorstellungen zur Gründung internationaler Netzbetriebsgesellschaften gegenüber. Für die Hersteller von Netzausrüstungen wird entscheidend sein, dass es unter einer neuen Struktur zuverlässig zur Realisierung bestehender Ausbau- und Modernisierungsbedarfe (siehe oben) kommt.

Nordamerika ist der derzeit größte Strommarkt weltweit: Im Jahr 2004 wurden in den USA rund 4.125 TWh, in Kanada rund 590 TWh und in Mexiko rund 220 TWh Strom erzeugt. Entsprechend groß ist die Bedeutung dieses Marktes für Energietechnik-Hersteller. In Zukunft werden hier sehr große Investitionen in die Stromversorgung erforderlich sein: Die IEA geht für die Zeit bis 2030 von 1.832 Mrd. US-\$ aus. Die Hälfte davon wird kurz- und mittelfristig insbesondere dazu dienen, die US-amerikanische Netzinfrastruktur auszubauen, um ähnliche Stromausfälle wie an der Westküste im Jahr 2003 zukünftig zu vermeiden. Für den Stromverbrauch in Nordamerika unterstellt die IEA einen weiteren Anstieg, der allerdings

zunächst noch durch die heute bestehenden Kraftwerkskapazitäten abgedeckt werden kann, so dass erst mittelfristig zusätzliche neue Kapazitäten in einem größeren Umfang errichtet werden müssten – bis 2030 rechnet die IEA hier mit einem Bedarf von 842 GW_{el}. Insgesamt sollen inkl. des Bedarfs zum Ersatz oder zur Modernisierung bestehender Kraftwerke bis 2030 über 900 Mrd. US-\$ für den Kraftwerksbau aufgewendet werden.

Der Strommarkt in **Russland** ist bereits seit den 1990er Jahren durch einen großen Modernisierungs- und Reparaturbedarf geprägt – angeblich entstehen hier in der Stromübertragung Verluste von bis zu 35%. Vielfach wurden erforderliche Maßnahmen aber bisher nicht umgesetzt, weil es den Stromerzeugern und Versorgern an den erforderlichen Mitteln fehlt. Vor dem Hintergrund bestehender Versorgungsengpässe, die inzwischen zu einem Hemmnis für die wirtschaftliche Entwicklung geworden sind, deutet jedoch vieles darauf hin, dass erforderliche Investitionen zunehmend auch realisiert werden. Für die Jahre 2008-2011 sind Investitionen in Kraftwerke und Netze in Höhe von rund 90 Mrd. € angekündigt (bfai 2007). Den langfristigen Investitionsbedarf für Stromerzeugungsanlagen und Stromnetze in Russland schätzt die IEA auf rund 256 Mrd. US-\$ bis 2030⁵, davon 138 Mrd. US-\$ für Kraftwerke und 118 Mrd. US-\$ für Stromnetze.

Zwar gibt es auch in Russland etablierte Energietechnikhersteller – der größte russische Transformatorenhersteller Electrozavod (Moskau) vertreibt seine Produkte auch international, gleiches gilt im Kraftwerksbau z.B. für das Unternehmen Silowyje Maschiny (Power Machines, St. Petersburg) oder die Energomash-Gruppe (Moskau). Allerdings muss die russische Technik als weitgehend veraltet gelten, so dass das Land auf den Import zumindest von Know-how angewiesen ist. Namentlich Siemens hat sich bereits seit den frühen 1990er Jahren um Zugang zum russischen Markt bemüht; mit Electrozavod wurden mittlerweile zwei Joint Ventures zur Produktion und zum Vertrieb von Hochspannungsleistungsschaltern, Trennschaltern und Schaltmodulen gegründet, an Silowyje Maschiny hält Siemens 25% der Anteile. ABB produziert in Russland unter anderem Hochspannungsgeräte, Teile für Hochspannungstransformatoren und Leistungsschalter. Der Kraftwerksanlagenbauer Alstom (u.a. über Alstom Power Boiler, Stuttgart) errichtet gemeinsam mit der russischen Elektroholding EMAlliance ein Großkraftwerk.

Asien ist aktuell und auch in der mittel- bis langfristigen Zukunft der Strommarkt mit der weitaus größten Dynamik. Die Stromproduktion in Asien (ohne Russland und Naher Osten) betrug im Jahr 2002 rund 4.400 TWh. Auch heute noch leben weite Teile der Bevölkerung Asiens ohne Zugang zu Strom, im Süden Asiens beträgt der Elektrifizierungsgrad nur etwas mehr als 40%. Bis 2030 prognostiziert die IEA für diesen Raum einen Anstieg auf rund 12.000 TWh. Diese Entwicklung erfordert einen umfangreichen Bau von neuen, zusätzlichen Kraftwerkskapazitäten, insbesondere aber von Stromnetzen. Die erforderlichen Investitionen

⁵ Die Unwägbarkeiten langfristiger Prognosen für den politisch bzw. staatlich stark beeinflussten Energiemarkt wird hier besonders anschaulich: Nur ein Jahr zuvor hatte die IEA das erforderliche Investitionsvolumen in Kraftwerke und Stromnetze für Russland noch mit 377 Mrd. US-\$ angesetzt (IEA 2003).

in die Stromerzeugung würden demnach rund 1.900 Mrd. US-\$ betragen, weitere rund 2.300 Mrd. US-\$ müssten in die Übertragungs- und Verteilnetze investiert werden.

Wichtigster Markt für Energietechnik in Asien wird zukünftig **China** sein. Bereits in den vergangenen zehn Jahren wurde die Energieversorgungsinfrastruktur in China stark ausgebaut. Das Land ist für alle führenden Energietechnik-Anbieter heute einer der wichtigsten Märkte und wird stark über Joint Ventures vor Ort bearbeitet. Gleichwohl wird auch weiterhin in die Elektrizitätsinfrastruktur investiert werden müssen: Bis 2030 müssen nach Prognose der IEA 2.063 Mrd. US-\$ investiert werden, um Engpässe und Stromausfälle zu vermeiden, wie sie seit einigen Jahren aufgrund des stürmischen Wachstums häufig auftreten und mittlerweile vielerorts bereits zu einem Hemmnis für die Weiterführung der raschen wirtschaftlichen Entwicklung des Landes geworden sind. Insgesamt schätzt die IEA das Investitionsvolumen in den Kraftwerkspark bis 2030 auf rund 880 Mrd. US-\$, wovon über 90 % auf den Bau zusätzlicher Anlagen entfallen. Weitere 1.200 Mrd. US-\$ müssen die Stromnetze investiert werden.

Auch in **Indien** wird die Elektrizitätsnachfrage aufgrund der raschen wirtschaftlichen Entwicklung zukünftig stark steigen: Die IEA erwartet deshalb bis 2030 eine Verdreifachung der Stromproduktion. Insgesamt dürften in Indien bis 2030 rund 260 Mrd. US-\$ in Kraftwerke investiert werden, der Ausbau der Stromnetze wird in Indien Ausgaben in Höhe von weiteren 420 Mrd. US-\$ erforderlich machen. Allerdings wird eine solche Entwicklung stark davon abhängig sein, ob sich die bisher schlechte finanzielle Situation der indischen Stromwirtschaft verbessert – in den letzten Jahren gab es hierfür tatsächlich auch Anzeichen.

Für die beiden Industriestaaten **Japan** und **Südkorea** zusammen erwartet die IEA einen Anstieg der Stromproduktion bis zum Jahr 2030 um rund 40 %. Bis 2030 könnten in Japan und Südkorea insgesamt rund 350 Mrd. US-\$ in den Kraftwerkspark und darüber hinaus weitere 220 Mrd. US-\$ für Stromnetze investiert werden. Auf der Anbieterseite verfügt Japan neben Deutschland über die wohl besten entwickelten elektrotechnische Energietechnik: Unternehmen wie Mitsubishi und Toshiba, die alle drei auch als Kraftwerksbauer tätig sind, sowie Hitachi, Fuji und Meidencha, die sich zu dem Gemeinschaftsunternehmen Japan AE Power Systems zusammengeschlossen haben, spielen auch auf dem Weltmarkt eine bedeutende Rolle.

Internationalisierung der Energietechnik und Wettbewerbsfähigkeit

Die prognostizierten Steigerungen der Nachfrage insbesondere in den Auslandsmärkten wirft die Frage auf, in welcher Weise deutsche Hersteller sich konsequenter auf diese Wachstumsbereiche ausrichten können. Immerhin betrug der Anteil des Exports am Gesamtumsatz in der Energietechnik auch nach den Steigerungen der letzten Jahre in 2007 nur bescheidene 44% und lag damit noch unter dem Niveau der gesamten Elektroindustrie und erst recht unterhalb des Maschinenbaus und der Fahrzeugherstellung. Allerdings machen die Zahlen zum Außenhandel auch deutlich, dass die Internationalisierung in der vor wenigen Jahren noch so stark von nationalen Märkten geprägten Energietechnik keine

„Einbahnstraße“ zugunsten deutscher Hersteller von hochqualitativen Netzausrüstungen ist, sondern teilweise die Importe in ähnlicher starker Weise zugenummen haben wie die Ausfuhren. Insofern stellt sich hier ebenso die Frage nach der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Hersteller im internationalen Maßstab.

In dieser Hinsicht dürfte das Geschäft mit komplexen Projekten wohl auch weiterhin eine Domäne der heute schon führenden großen Anbieter wie ABB, Siemens oder Areva mit ihren entsprechenden Kompetenzen bleiben, so dass in diesem Bereich sehr gute Perspektiven für die Beschäftigung in Deutschland bestehen. Für die Herstellung der Produkte stellt sich dagegen in stärkerem Maße die Frage nach der Position auf den internationalen Märkten und der Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Anbietern aus dem Ausland und insbesondere aus Low-Cost-Countries. Dabei gilt bei der Herstellung von Produkten tendenziell, dass kleine und mittelständische Hersteller – und damit auf Auslandsmärkten die dortigen lokalen Anbieter – eine umso größere Rolle spielen, je geringer die technischen Anforderungen an die jeweiligen Produkte sind. Hohe Anforderungen gehen z.B. einher mit steigender Spannung und Kapazität der Anlagen und Leitungen und mit extremen Umweltbedingungen (z.B. im Hinblick auf Temperaturen). Im Hinblick auf Schalter sind Leistungsschaltgeräte, mit denen Netze z.B. als Reaktion auf Kurzschlüsse aus- und eingeschaltet werden, anspruchsvoller als Trennschaltgeräte.

Dabei ist für die Zukunft allerdings nicht davon auszugehen, dass sich das anspruchsvolle Qualitätsniveau der Energietechnik in Deutschland weltweit durchsetzen wird – vielmehr rechnen die Hersteller damit, dass international ein geringeres Niveau relevant werden wird. Gleichzeitig ist aber ein Trend zu erkennen, dass sich Standards weltweit immer stärker angleichen, weil erstens eine fortschreitende Normierung auf internationaler Ebene eine entsprechende Angleichung fördert und zweitens die zunehmend international agierenden großen Energieversorgungskonzerne eine Vereinheitlichung der Technik anstreben, die von ihren Töchtern in verschiedenen Ländern eingesetzt werden. So ist bereits heute zu beobachten, dass sich große ausländische Anbieter wie z.B. GE darum bemühen, ihre Produkte mit geringerer technischer Qualität auch in Westeuropa und Deutschland zu vermarkten.

Solche Strategien sind umso erfolgversprechender, als in den Energieversorgungsunternehmen immer weniger fachlich geschultes Personal anzutreffen ist. Dieser Umstand fördert zum einen die stärkere Gewichtung von Kostenaspekten bei der Kaufentscheidung (die in Deutschland seit der Privatisierung der Energieversorger ohnehin in den Vordergrund gerückt sind) und zum anderen wiederum die Orientierung der Kraftwerks- und Netzbetreiber an anerkannten technischen Normen. Hier sind vor allem die Normen IEC (International Electrotechnical Commission), ANSI (American National Standard) und die staatliche russische Norm GOST zu nennen.

Für die großen Anbieter erfordert die Ausrichtung auf Auslandsmärkte vor allem die Entwicklung eines speziellen „Welt-Produktportfolios“, was mitunter auch ein klares Downsizing der technischen Qualität mit entsprechenden Kostensenkungen erfordert. Deutsche Hersteller berichten jedenfalls davon, dass Produkte für den Heimatmarkt im Ausland mitunter als zu teuer bewertet werden. An dieser

Stelle hilft auch nicht das gute Image der deutschen Energietechnik – entscheidend und meistens vollkommen ausreichend ist dagegen eher die Einhaltung der technischen Parameter, die von internationalen Normen vorgegeben werden. Für kleinere Hersteller hinter den drei Marktführern ABB, Siemens und Areva, die zumindest in Deutschland nur mit Mittelspannungsprodukten vertreten sind, dürfte die erforderliche Strategie vor allem in einer konsequenten Spezialisierung auf bestimmte Produkte und/oder Anwendungsfelder liegen – entsprechende kleine Nischen können für solche Unternehmen immer noch eine ausreichende Größe besitzen.

Bei der Schaffung solcher Nischen spielen dabei wiederum Normen mitunter eine wichtige Rolle: Mit ihnen können neue Märkte generiert und zumindest vorübergehend auch monopolisiert werden. Hierzu bedarf es allerdings einer Entwicklungsleistung für neue Lösungen, die dann in eine entsprechende Norm übersetzt werden können – eine Kompetenz, die vor allem den Branchenführer ABB auszeichnet. Kleinere Hersteller verfügen häufig nicht über ausreichende Entwicklungskompetenzen und/oder die marktmacht, um letztlich eine Norm auch tatsächlich maßgeblich zu initiieren und zu beeinflussen.

Ein zunehmender Export kann letztlich auch helfen, die Stückzahlen für bestimmte Produkte gegenüber einer überwiegenden Orientierung auf den deutschen Inlandsmarkt zu steigern. Dieser Umstand kann und muss auch bei der Konstruktion der Produkte sowie bei der Organisation der Fertigung berücksichtigt werden. Vielfach können bei höheren Stückzahlen andere Verfahren eingesetzt werden (z.B. Guss statt zerspanende Metallumformung), die sich bei geringeren Losgrößen nicht lohnten. Vor diesem Hintergrund können auch Make-or-Buy-Entscheidungen anders ausfallen, und zwar sowohl in die Richtung einer Erhöhung der eigenen Wertschöpfungstiefe, weil die höhere eigene Auslastung einer Anlage eine eigene Investition anstatt einer Auftragsvergabe an einen Lohnfertiger lohnenswert macht. Unter Umständen kann der Wechsel zu einem anderen fertigungsverfahren oder eine höhere Standardisierung von bestimmten Bauteilen aber auch dazu führen, dass entsprechende Fertigungsschritte an einen externen Lieferanten vergeben werden, was negative Folgen für die Beschäftigung im eigenen Unternehmen haben kann.

3.4.2 Technik zur Steigerung der Energieeffizienz

Vor dem Hintergrund steigender Anforderungen an den Klimaschutz dürften in den kommenden Jahren Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz im Bereich der Stromerzeugung und -verteilung von besonderer Bedeutung sein. Gerade die führenden Anbieter vermarkten ihre Produkte seit zwei bis drei Jahren verstärkt mit diesem Argument, und auch der Branchenverband ZVEI hat eine hierauf ausgerichtete „Initiative für Energie-Intelligenz“ ins Leben gerufen. Immerhin entfielen nach Angaben des Umweltbundesamtes im Jahr 2006 rund 44% der CO₂-Emissionen in Deutschland auf Kraft- und Heizkraftwerke, und gerade in der Stromerzeugung und -verteilung – im Vergleich beispielsweise zu industriellen

Tätigkeiten – werden im Allgemeinen besonders große Potenziale zu Minderung von Treibhausgasemissionen verortet.

Eine besondere Bedeutung hat hierbei die Umstellung auf die Nutzung regenerativer Energieträger. In der Stromerzeugung ist in diesem Bereich klassischerweise die Nutzung von Wasserkraft durch Großkraftwerke (das brasilianische Wasserkraftwerk Itaipu ist die größte Stromerzeugungsanlage der Welt) wie auch kleinere Anlagen richtig etabliert. Besondere Förderung hat in den letzten Jahren in Deutschland und inzwischen zunehmend auch in anderen Staaten die Nutzung der Windkraft erfahren. Die Nutzung von Erdwärme durch Geothermiekraftwerke und die direkte Nutzung von Sonneneinstrahlung durch solarthermische Kraftwerke und Photovoltaikanlagen steht demgegenüber erst noch vor ihrer breiteren Durchsetzung, und die Stromerzeugung mittels Wellenkraft befindet sich heute noch in der ersten Erprobungsphase.⁶

Unabhängig vom jeweiligen Verfahren bzw. der regenerativen Energieform und dem Entwicklungsstand der diesbzgl. Technologien zur Energieumwandlung (von mechanischer oder thermischer Energie elektrische Energie) hat die Nutzung regenerativer Energien im großen Maßstab grundsätzlich den Charakter, dass die den Ort der Stromerzeugung vorschreiben. Kraftwerke entstehen damit häufig nicht mehr in der Nähe großer Ballungsräume mit hohem Strombedarf sondern mitunter weit entfernt von großen Stromverbrauchern. Im kleinen Maßstab können solche Anlagen dagegen auch besonders dezentral zur lokalen Eigenstromerzeugung vor Ort eingesetzt werden.

Dieser Umstand hat erhebliche Auswirkungen auf die Struktur der Stromnetze, denen andere Aufgaben zukommen. Zum einen müssen bei einer entkoppelten räumlichen Anordnung von großmaßstäblicher Stromerzeugung und dem Stromverbrauch große Strommengen über teilweise sehr lange Distanzen von mehreren Tausend Kilometern übertragen werden. Zum anderen müssen kleinere Stromverbraucher ins Netz eingebunden werden, die aufgrund einer eigenen Stromerzeugungsanlage zeitweise Strom beziehen, zeitweise jedoch auch überschüssigen Strom einspeisen – hierdurch werden bidirektionale Netze erforderlich, deren Steuerung zudem auf eine weitaus größere Zahl von (zentralen und dezentralen) Stromerzeugungsanlagen zugreifen muss.

Diese Entwicklung erfordert grundsätzlich mehr Netzeleittechnik, Zählertechnik und Laststeuerung für das Netzmanagement sowie neue technische Lösungen für eine möglichst verlustarme Stromübertragung über lange Distanzen. Für letzteres gilt vor allem die **Hochspannungsgleichstrom-Übertragung** als die beste Technik: Sie verursacht lediglich Leitungsverluste in einer Größenordnung von 0,5% je 1.000 km und ist gleichzeitig weitgehend frei von Qualitätsproblemen, die sich bei der Übertragung von Hochspannungswechselstrom über lange Distanzen ergeben können. Allerdings ist diese Technik weitgehend nur für den Stromtransport zwischen zwei Endpunkten geeignet – eine Abzweigung ist nur schwer zu reali-

⁶ Vergleiche für einen Überblick zum Entwicklungsstand einzelner Technologien SUSTAIN CONSULT 2007.

sieren –, und zudem technisch auch sehr anspruchsvoll. Projekte auf einem Niveau, wie es hinsichtlich Spannung (800 kV), Kapazität (bis zu 6.400 MW) und Distanz (bis zu über 2.000 km) bis zum Jahr 2011 realisiert werden soll, beherrschen gegenwärtig vor allem die Unternehmen ABB und Siemens.

Auch wenn Projekte mit ähnlich extremen Parametern auch in der näheren Zukunft nur in einer (sehr) begrenzten Zahl durchgeführt werden dürfen, stellt sich doch die Frage, welche Konsequenzen sich mittel- bis langfristig daraus ergeben, dass solche besonderen Leistungsmerkmale schwerpunktmäßig außerhalb Europas nachgefragt werden. Im Kern erfordert die Pflege und Weiterentwicklung diesbzgl. Kompetenzen langfristig auch einen Markt „vor der eigenen Tür“. Hierfür bieten gegenwärtig nur die Anbindung von Offshore-Windparks und die Realisierung der damit zusammenhängenden Notwendigkeiten zum weiteren Netzausbau in Deutschland und anderen europäischen Staaten eine unmittelbare Perspektive. Auf lange Frist mag auch die Netzanbindung von großen Solarthermie-Kraftwerken im Mittelmeer-Raum Möglichkeiten eröffnen, entsprechende innovative Technologien weiter zu entwickeln bzw. umzusetzen.

Ein Ansatz zur Einbindung von zahlreichen kleinen Stromerzeugungsanlagen in die großen Stromnetze stellen sogenannte **Virtuelle Kraftwerke** dar. Im Kern handelt es sich dabei um eine Integration von vielen dezentralen Anlagen über eine Leittechnik, die eine zentrale Steuerung der Anlagen ermöglicht. Auf diese Weise lässt sich einerseits die Systemstabilität im Netz sicherstellen, andererseits können die kleinen Anlagen im Betrieb übergreifend optimiert werden. So wird die Ausrichtung des Betriebs jeder Anlage nicht alleine am lokalen Energiebedarf sondern auch unter Berücksichtigung der jeweils aktuellen Situation im Gesamtnetz möglich. Durch den kombinierten und zentral gesteuerten Einsatz von frei regelbaren Quellen (z.B. Wasser- und Biomassekraftwerke oder kleineren Kraftwärmekopplungsanlagen mit Erdgas- oder Kohlefeuerung) und/oder fluktuierenden Ressourcen (etwa Wind- und Solarenergie) erhalten erneuerbare Energien und dezentrale Anlagen in der Kombination Eigenschaften typischer mittlerer oder großer Kraftwerke. Die Stromerzeugung kann auf diese Weise in höherem Maße dezentralisiert, mit Wärmeerzeugung gekoppelt und auf regenerative Energiequellen gestützt werden, ohne dass gleichzeitig zusätzlich Großkraftwerke als Backup die Versorgungssicherheit im Netz gewährleistet müssten.

In Deutschland wurde in den letzten Jahren verschiedene Projekte durchgeführt bzw. begonnen, bei denen Virtuelle Kraftwerke mit unterschiedlichen Größenordnungen und Zielen erprobt und getestet werden. Zumeist haben sich dabei mehrere Partner aus den Bereichen Energieversorgung (z.B. Steag Saar Energie AG, MVV Energie AG, Stadtwerke Unna GmbH, E.ON Ruhrgas), Netztechnik (ABB, AEG Power Supply Systems GmbH), Systementwicklung (z.B. EUS GmbH, energy & meteo systems GmbH) Anlagenbau (z.B. Alstom, Siemens Power Generation), und Forschung zusammengetan. Die Auswertung solcher Projekte zeigt, dass das Konzept des Virtuellen Kraftwerks noch keine Marktreife besitzt und weitere Forschung und Entwicklung notwendig ist (vgl. Arndt et al. 2006). Ausschlaggebend hierfür sind vor allem zwei Gründe: Erstens besitzen die eingesetzten dezentralen Umwandlungstechnologien selber teilweise erst Demonstrations- oder Prototypstatus (Bsp. Brennstoffzelle), zweitens sind bisher vor allem die eingesetzten informations- und kommunikationstechnischen Lösungen zu teuer.

Die Erfahrungen zeigen vor allem aber auch, dass gerade diese Kommunikationslösungen letztlich den Kern des Virtuellen Kraftwerks ausmachen und zur zukünftigen Basistechnologien für das Management von Stromnetzen werden könnten. Für die traditionellen Energietechnik-Anbieter ist damit eine neue Herausforderung verbunden (siehe den nachfolgenden Abschnitt 3.4.3).

3.4.3 Moderne Lösungen für die umfassende Steuerung von Stromnetzen

Traditionelle Netztechnik besteht vor allem aus Hardware. Dies gilt auch für die Netzelitechnik. In diesem Segment hat sich die Entwicklung von Lösungen für neue Aufgabenstellungen in den vergangenen Jahren jedoch zunehmend in den Bereich der Informationstechnik verschoben (siehe oben). Dies bedeutet eine Verlagerung einerseits von elektrotechnischen zu elektronischen Produkten und andererseits von Hardware zu Software. Antrieb dieser Entwicklung ist vor allem ein gesteigerter Bedarf zum Datenaustausch im Zusammenhang mit dem Netzbetrieb. Eine der Hauptursachen hierfür ist das so genannte Unbundling, also die abrechnungstechnische und gesellschaftsrechtliche Trennung von Geschäftsbe reichen der Energieversorger und die Entflechtung in Erzeugung und Stromhan del, Übertragung sowie Verteilung von Elektrizität. Ziel des Unbundlings ist die Vermeidung von Diskriminierungen, Quersubventionierung und Wettbewerbsverzerrungen im liberalisierten Energiemarkt und soll die Festlegung von verursachungsgerechten Netznutzungsentgelten ermöglichen.

Das Unbundling ist aber nicht die einzige Ursache für die Erhöhung der Akteurszahlen beim Betrieb von Energieversorgungsnetzen, die den beschriebenen Datenaustausch erfordern. So eröffnen sich durch die Liberalisierung auf der Angebotsseite Newcomern wie dynamischen Anbietern Chancen, die engen – durch den Gebietsschutz definierten – Grenzen ihrer geschäftlichen Aktivitäten zu überwinden und neue strategische Geschäftsfelder zu erschließen. Damit geht eine Verbreiterung der Anbieterpalette in der Energieversorgung einher: Neben den aufgrund des Unbundlings in Subgesellschaften unterteilten Vollanbietern existieren auch Independent Power Producer (IPP), Händler, Broker, Aggregatoren und Dienstleister (vgl. Ziesing et. al. 2001).

Eine Erhöhung der Akteurszahlen resultiert darüber hinaus aus der verstärkten Nutzung dezentraler Energieerzeugungsanlagen (siehe oben). Insbesondere die Anlagen zur Stromerzeugung aus regenerativen Energiequellen führen aufgrund ihrer Abhängigkeit von nicht planbaren Umständen (z.B. Wind- bzw. Sonnenverfügbarkeit) zu erhöhten Anforderungen an die Netzregelung. Hinzu kommt, dass Anlagenbetreiber neben der Eigenerzeugung verstärkt die Möglichkeit des Handels elektrischer Energie an Spot- und Terminmärkten als Beschaffungs- und Absatzalternative berücksichtigen müssen und außerdem zunehmend Planungsunsicherheiten durch stochastische Einflussgrößen nachgebildet werden müssen. Zu diesen mit Unsicherheiten behafteten Einflussgrößen zählen v.a. auch die Preise für Primärenergieträger, da die entsprechenden Märkte (wie z.B. der Erdgasmarkt) ebenfalls einen Liberalisierungsprozess durchlaufen und die Preise in der jüngeren Vergangenheit deutlich stärker geschwankt haben als zuvor.

Insgesamt führen diese Entwicklungen zu einem erhöhten Regelungsbedarf und damit Kommunikationsbedarf unter den Akteuren, damit die Netzstabilität erhalten, Netzausfälle vermieden und Prozesse kostengünstig und effizient abgewickelt werden können. An diesem Punkt setzen spezielle IT-Lösungen zum energiebezogenen Datenaustausch an, bei denen die klassische technische und operative Steuerung mit dem betriebswirtschaftlichen Management integriert wird. Diese Aufgaben lassen sich alleine durch Hardware-Lösung – die klassische Domäne der Energietechnik-Hersteller – nicht mehr bewältigen. So treten zunehmend mehr oder weniger spezialisierte IT-Anbieter als Wettbewerber für Unternehmen aus der Elektroindustrie auf und bieten für diese Zwecke spezielle Lösungen an. Entsprechende Applikationen umfassen eine sehr große thematische Bandbreite, die heute im Zusammenhang mit dem Netzmanagement und der Netzsteuerung integriert werden müssen. Wichtige Funktionen sind in diesem Zusammenhang u.a. Energiebedarfsprognosen, Preisprognosen, das Netznutzungs- und Fahrplanmanagement, die Bilanzierung der Ausgleichsenergie, die Kraftwerkseinsatzoptimierung, das Zählermanagement, die Abrechnung sowie physikalisches und finanzielles Risiko-Management. Sie alle müssen in einer modernen Lösung zur Netzeleittechnik integriert werden.

In diesem Feld treten den Energietechnik-Anbietern heute kompetente IT-Anbieter als Wettbewerber gegenüber, darunter z.B. große und entwicklungsstarke Konzerne wie IBM und SAP. Gerade der Auftritt solcher großen IT-Spezialisten stärkt vor allem die Standorte USA und Indien zur Entwicklung entsprechender Lösungen. Allerdings ist Größe nicht der maßgebliche Vorteil: Entscheidend ist letztlich die Stärke der Anbieter bei fachgerechten und bedarfsbezogenen Applikationen sowie bei der Kundenorientierung. Hier treten auch Mittelständler als Wettbewerber auf, die oftmals mit Microsoft-basierter Softwaretechnik arbeiten. In der Folge sinken die Losgrößen der einzelnen Aufträge, so dass diese aus der Ferne nicht mehr gesteuert werden können, was zu einem gravierenden Nachteil für große Anbieter wird. Viele kleinere, spezialisierte IT-Anbieter in Deutschland haben sich zu diesem Zweck zur EDNA-Initiative zusammengeschlossen, in der gleichwohl mit Siemens aber auch einer der großen etablierten Energietechnik-anbieter mitwirkt.

Zweifellos machen IT-Lösungen für die Netzeleittechnik den Einsatz von energietechnischer Hardware aus der Elektroindustrie nicht überflüssig. Allerdings ist die Wertschöpfung in der Netzeleittechnik in Deutschland inzwischen weitgehend auf die Entwicklung und Implementierung der leittechnischen Konzepte und Systeme konzentriert, während die erforderliche Hardware importiert wird. Insofern stellt sich durchaus die Frage, ob die Elektroindustrie auch in Zukunft noch die Schlüsselbranche für die Ausrüstung der Netzeleittechnik darstellt. Eine weiterhin erfolgreiche Betätigung auf diesem Markt verlangt auch von den großen Herstellern wie ABB, Siemens oder Areva entsprechende zusätzliche IT-Kompetenz.

4 Vertiefungsbereich Elektronische Bauelemente

4.1 Die Elektronischen Bauelemente im Überblick

Der Fachzweig Elektronische Bauelemente zeichnet sich durch zwei Umstände aus, die seine Charakterisierung deutlich erschweren. Zum einen ist er statistisch relativ schlecht erfasst, da es in dem WZ 32.1 keine weitere Binnendifferenzierung gibt. Insofern lassen sich Aussagen auf der Grundlage der offiziellen statistischen Daten lediglich auf dieser Ebene treffen. Zum anderen ist der Bereich elektronischer Bauelemente sehr heterogen und sowohl die dort subsumierten Produkte, als auch ihre Herstellungstechnologien und in Teilen auch ihre jeweiligen Kunden weisen sehr wenig Gemeinsamkeiten auf. Unter dem WZ 32.1 werden dabei sowohl Bauelemente im eigentlichen Sinne als auch Baugruppen gefasst. Bei den Bauelementen reicht das Spektrum von einfachen passiven Bauelementen wie Widerständen bis hin zu hochintegrierten ICs für spezifische Kundenanwendungen und bei den Baugruppen von einfacher Montage auf Standardplatten bis hin zu Layout / Produktentwicklung sowie Entwicklung und Durchführung anspruchsvoller Testprogramme.

Aufgrund der starken Heterogenität des Fachzweigs ergeben sich sehr unterschiedliche Einschätzungen hinsichtlich der zukünftigen Perspektiven des Fachzweigs:

- Einige Teilstufen des Fachzweigs sind schon jetzt am Standort Deutschland nahezu nicht mehr vorhanden. Dies gilt z.B. bei Röhren aufgrund des Technologiewechsels in Richtung LCD- und Plasmaanzeigen oder auch für Widerstände wegen ihrer Einfachheit und geringen Innovationsdynamik, die eine Produktion auch in Standorten mit niedrigem Qualifikationsniveau zulässt.
- Bei anderen Teilstufen ist die Produktion inkl. der Anlauffertigung schon seit Jahren nicht mehr in Deutschland vertreten. Es ist eine deutliche Gefahr auch für den bisher verbliebenen Entwicklungsstandort zu erkennen, da hier vergleichsweise ausgereifte Produkte vorhanden sind, für die Entwicklungskompetenzen auch in Schwellenländern ausreichend vorhanden sind. Dies gilt z.B. aktuell für Tantal-Kondensatoren.
- Die (Massen-)Produktion ist in einigen Teilstufen schon seit längerem weitgehend abgewandert, während bisher zumindest die Anlauffertigung und Entwicklung noch in Deutschland erfolgte. Bei einigen Unternehmen (insbesondere beim Marktführer Epcos) ist dieses ramp up in Deutschland z.B. für Kondensatoren jedoch stark gefährdet.
- Während über Forschung und Entwicklung, Anlauffertigung und Produktion von Spezialitäten am Standort Deutschland bisher kaum spekuliert wurde, ist die Massenproduktion im Teilstufen Halbleiter generell unsicher und durch die Entwicklung der letzten Monate noch deutlich riskanter geworden.
- Schließlich sind aber Teilstufen zu erkennen, die weiterhin über gute bis sehr gute Perspektiven auch in der Produktion in Deutschland verfügen. Dies betrifft z.B. die EMS sowie die Verbindung von Fertigung und Entwicklung mit starker Kundenfokussierung in verschiedenen Nischen, die in vielen der Teilstufen

felder wie etwa bei Piezo-Bauteilen, Kondensatoren oder insbesondere bei Halbleitern zu finden sind.

Neben dieser großen Heterogenität ist ein gemeinsames Kennzeichen vieler Teilfelder, dass sie zahlreichen Trends der Gesamtbranche Elektrotechnik einige Jahre voraus sind. Dies gilt z.B. für verschiedene Formen des Schnittstellenmanagements entlang der Wertschöpfungskette, die z.B. zur globalen Organisation des Geschäfts genutzt werden und die dazu führen, dass Forschung, Entwicklung, Anlauffertigung, Produktion und weitere Managementfunktionen getrennt und an verschiedene Orte verlagert werden können. Ein anderer wichtiger Trend, bei dem die Elektronischen Bauelemente Vorreiterfunktion erfüllen, ist das Abwägen zwischen Globalisierungsvorteilen mit einer (auch) räumlich auseinandergezogenen Wertschöpfungskette auf der einen und einer starken Bedeutung von Kundeneinbindung, die in großen Teilen Kundennähe bedeutet, auf der anderen Seite. Der Blick auf den Fachzweig zeigt, dass beide grundsätzlichen Geschäftsmodelle gleichermaßen vorkommen und z.T. auch innerhalb eines Unternehmens praktiziert werden. Auch wenn die Dominanz einer der beiden Richtungen nicht zu erkennen ist, so zeigt sich jedoch, dass die mittel- bis langfristige Stabilität von Unternehmen mit großer Bedeutung von Produkten mit hohem Maß an Kundenspezifität größer zu sein scheint, während bei globalisierten Wertschöpfungsketten ein großer Teil der strategischen und auch operativen Energie in den Unternehmen für die beständige Optimierung der Kette und ihrer Glieder aufgewendet wird. Somit gehört der Umbau (und damit auch die beständige Bedrohung des Standorts) zum Alltag. Dies kann zu Problemen führen, da anderen wichtigen Entscheidungen nicht die notwendige Aufmerksamkeit geschenkt wird und zudem unter solch einer Bedrohungssituation Motivation und Commitment zum Unternehmen stark leiden können.

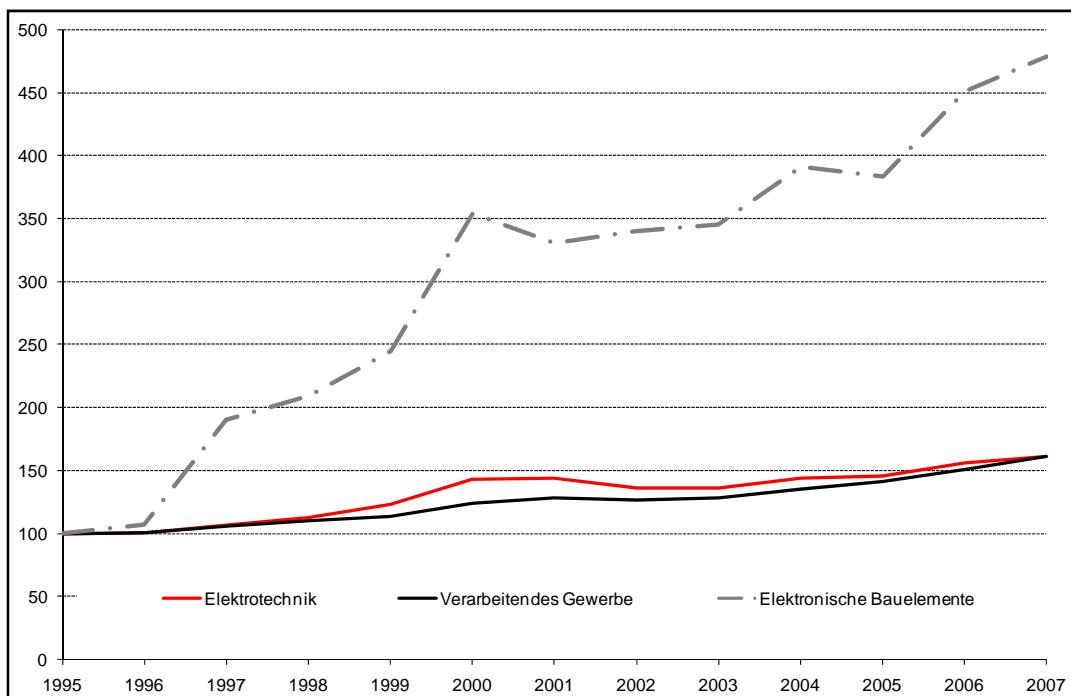
Neben dieser erkennbaren Vorreiterrolle der elektronischen Bauelemente beim Schnittstellenmanagement sowie bei der strategischen Auseinandersetzung zwischen Globalisierung und näheorientierter Kundenspezifität, ist dieser Fachzweig mit Blick auf eine andere Entwicklungsrichtung der Elektroindustrie eher ein Nachzügler. Zwar wächst insgesamt die Bedeutung der Lieferung von elektronischen Bauelementen in Richtung von Investitionsgütern. Allerdings spielen Komponenten für Konsum- und Gebrauchsgüter in Teilen noch eine (allerdings überwiegend schrumpfende) Rolle. Aufgrund der nach wie vor recht engen Verbindung mit den Entwicklungstrends im Konsumgüterbereich besteht ggf. hierdurch eine recht gute Möglichkeit, die eigene Position zumindest in Richtung komplexerer Komponenten auszubauen, wie dies z.B. im Bereich der Handys sichtbar ist. So wurde z.B. die Entwicklung von wesentlichen modular kombinierbaren Komponenten inkl. des Betriebssystem (wenn auch bisher nicht die für den Konsumenten sichtbare Bedienoberfläche) deutlich ausgebaut.

4.2 Die wirtschaftliche Entwicklung der elektronischen Bauelemente

4.2.1 Umsatz

Der Umsatzanstieg des Fachzweigs Elektronische Bauelemente fällt, verglichen mit allen anderen Fachzweigen der Elektrotechnik, mit rund 379% mit deutlichem Abstand am stärksten aus. Auf Platz 2 der Fachzweige rangiert die Herstellung von Geräten und Einrichtungen der Telekommunikationstechnik (Steigerung 183%), und in der Elektrotechnik insgesamt wurden sehr ähnlich wie im gesamten Verarbeitenden Gewerbe Zuwächse um 60% erreicht. Dabei stieg der Umsatz von 5,36 Mrd. € 1995 auf 25,65 Mrd. € im Jahr 2007. Damit nahm der Anteil dieses Fachzweigs am Umsatz der gesamten Elektrotechnik von 4,4% auf 13,0% zu, so dass nun die Elektronischen Bauelemente von einem umsatzbezogen vergleichsweise unbedeutenden Fachzweig zum zweitgrößten nach den Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen (WZ 31.20) geworden sind.

Abb. 54: Umsatzentwicklung elektronischer Bauelemente (WZ 32.1) im Vergleich zur gesamten Elektroindustrie und zum Verarbeitenden Gewerbe, 1995 = 100 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

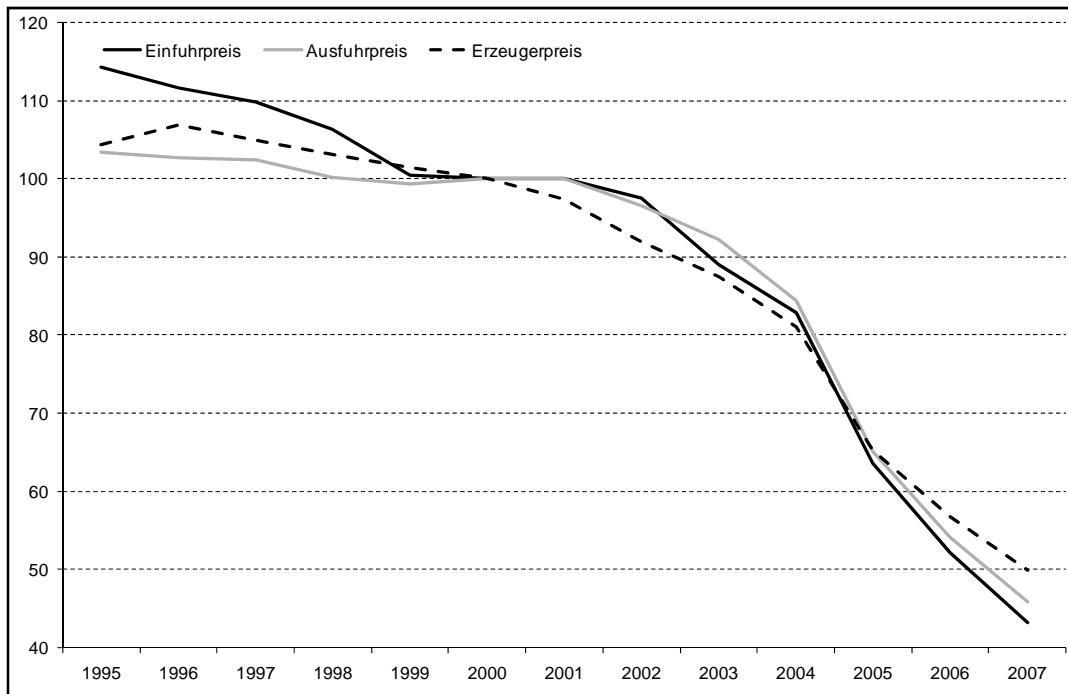


Gut zu erkennen ist der Umsatzeinbruch nach dem Platzen der Internet-Blase im Jahre 2000. Dennoch haben sich die Umsätze zwischen Jahr 2000 und 2007 mehr als verdoppelt, selbst wenn erst 2004 das Umsatzniveau des Krisenjahrs 2000 wieder erreicht wurde. Faktisch wurde die Umsatzverdoppelung in lediglich 3 Jahren (2004 bis 2007) realisiert. Dieser Befund spricht auf den ersten Blick für einen extrem dynamisch wachsenden Fachzweig, um den man sich scheinbar keine Sorgen zu machen braucht.

Dieser Befund wird noch durch die Tatsache verstärkt, dass dieser sehr deutliche Umsatzanstieg erreicht wurde, trotz des erheblichen Preisverfalls in dieser Teilbranche. Ein deutlicher Hinweis hierfür ist das Sinken der Einfuhr- und der Aus-

fuhr- sowie der Erzeugerpreise (Abb. 79). Alle drei Preisindices fielen von 1995- bis 2007 um mindestens 50%.

Abb. 55: Entwicklung von Einfuhr-, Ausfuhr- und Erzeugerpreisen 1995-2007, 2000 = 100 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



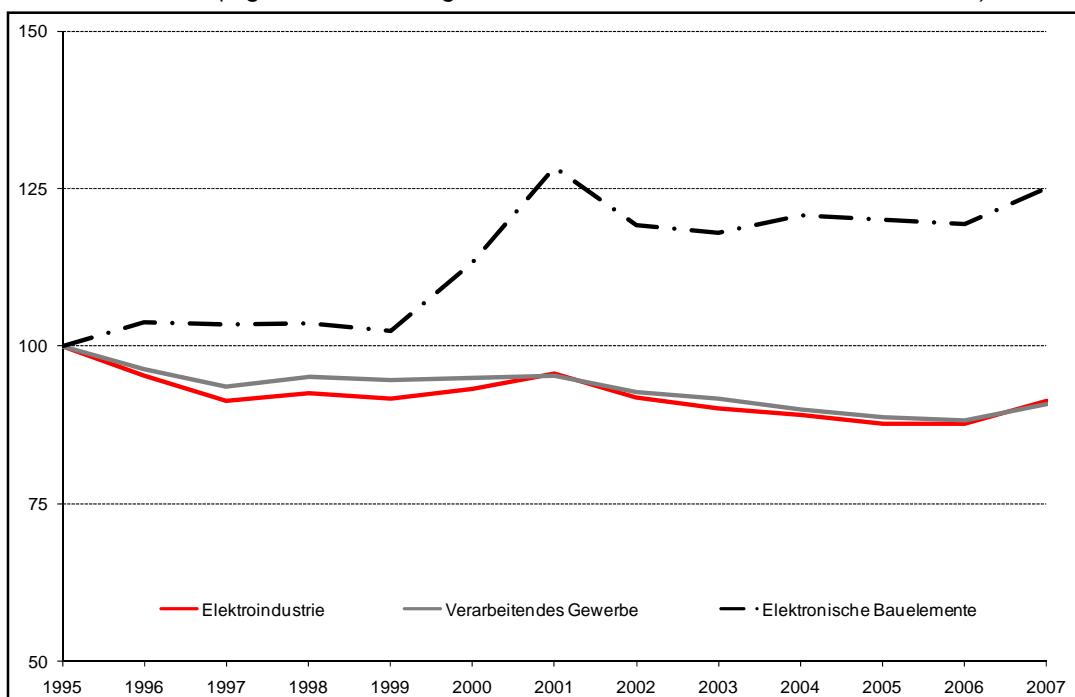
Insofern steht dem Umsatzanstieg von 379% eine Erhöhung der Produktionsmengen um knapp das Doppelte gegenüber. Bezogen auf den Index der Erzeugerpreise, der im Zeitraum noch am geringsten (um 54%) gefallen ist, ergibt sich ein Mengenanstieg von 701,9%. Dies zeigt die besondere Dynamik in der Nutzung von Bauteilen (insbesondere Halbleiter) z.B. durch ihr Vordringen in neue Anwendungsfelder (z.B. die elektronische Motorsteuerung) sowie den weit größeren Umfang ihrer Verwendung in bestehenden Anwendungen, z.B. die Steigerung des Funktionsumfangs bei Handys (Kamera, WLAN, Bluetooth, UMTS, mp3-Player, Radio) mit je spezifischen Bauteilen / Schaltungen).

4.2.2 Beschäftigung

Das außerordentlich positive Bild der Umsatzentwicklung findet sich nur z.T. bei den Veränderungen der Anzahl der Beschäftigten wieder. In den Jahren von 1995-1999, in denen Umsatzanstiege von fast 150% zu verzeichnen waren, stieg die Beschäftigung lediglich um 2,5% von 59.233 auf 60.699. Erst mit dem einsetzenden Internet-Boom im Jahr 2000 ist ein markanter Beschäftigungsanstieg auf 75.984 im Jahr 2001 zu verzeichnen. Im Zuge des Platzens der Internetblase wurde Beschäftigung abgebaut und der 2001 erreichte Wert bisher nicht wieder erreicht, obwohl der Umsatz seitdem (2001-2007) ähnlich wie in den Jahren 1995-1999 um fast 130% gestiegen ist. Insofern lassen sich zwei Phasen des Umsatzwachstums identifizieren: 1995-1999 und 2001-2007. In der ersten Phase kam es zu einem sehr geringen Beschäftigungsaufbau von 2,5%, während in der

zweiten Phase sogar ein Beschäftigungsabbau in derselben Größenordnung (-2,5%) auf 74.051 zu verzeichnen war.

Abb. 56: Beschäftigungsentwicklung elektronischer Bauelemente (WZ 32.1) im Vergleich zur gesamten Elektroindustrie und zum verarbeitenden Gewerbe, 1995 = 100 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



Trotz dieser teilweise deutlichen Abkopplung der Beschäftigten- von der Umsatzentwicklung fällt die Gesamtentwicklung der Beschäftigung in diesem Fachzweig sehr positiv aus – immerhin stieg die Anzahl der Beschäftigten von 1995 bis 2007 um 25,0%. Nach dem Fachzweig „Herstellung von sonstigen elektrischen Ausrüstungen“ rangiert damit dieser Fachzweig an der zweiten Stelle innerhalb der Elektrotechnik, die im gleichen Zeitraum ein Sinken der Beschäftigtenanzahl um 8,7% hinnehmen musste. Entsprechend stieg in diesem Zeitraum der Anteil der Beschäftigten bei den Elektronischen Bauelementen an allen Beschäftigten der Elektrotechnik von 6,3% auf 8,7%.

4.2.3 Kostenstruktur

Einige Erklärungsansätze sowohl für den starken Umsatzanstieg als auch für die Entkopplung von Umsatz- und Beschäftigtenentwicklung lassen sich durch einen Blick auf die Kostenstruktur des Fachzweigs finden.

Generell stehen für die Entwicklung der Kostenstruktur im selben Zeitraum lediglich Daten auf der Ebene der 2-Steller zur Verfügung (und diese auch nur bis zum Jahr 2006). Der WZ 32 ist allerdings durch die elektronischen Bauelemente (Umsatzanteil 2007 52% an der WZ 32) deutlich geprägt, so dass die Verwendung der

Kostenstrukturdaten auf dieser höheren Ebene keine sehr großen Verzerrungen zur Folge haben dürfte.

Abb. 57: Entwicklung der Kostenstruktur des WZ 31, Anteile der Kostenkategorien in % (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

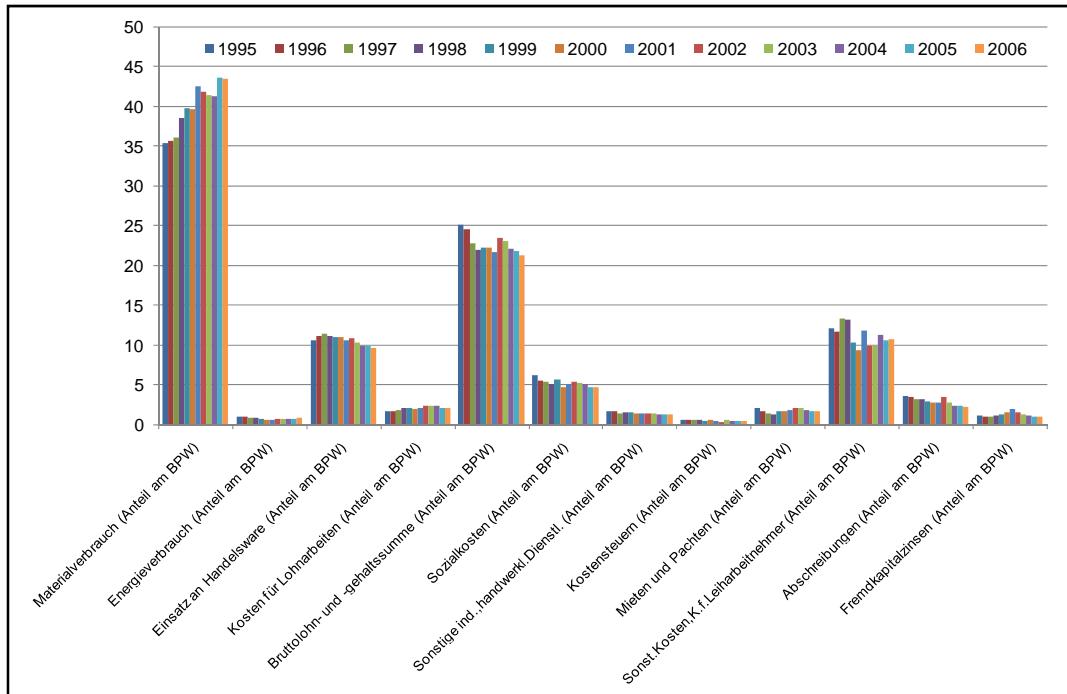
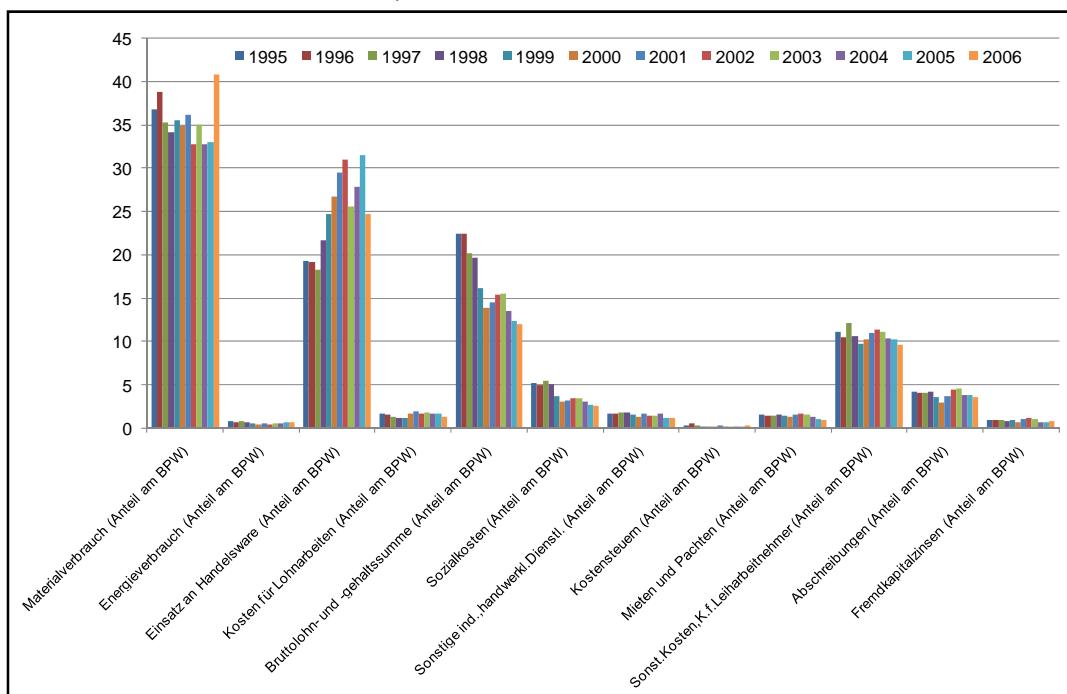


Abb. 58: Entwicklung der Kostenstruktur des WZ 32 (inkl. Elektronische Bauelemente), Anteile der Kostenkategorien in % (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



WZ 31 (Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung und -verteilung), der hier zum Vergleich mit dem WZ 31 (Rundfunk- und Nachrichtentechnik), der die

Elektronischen Bauelementen umfasst, herangezogen wurde, eignet sich hierzu auf der 2-Stellerebene in besonderem Maße⁷.

Aus der Umsatz- und Beschäftigungsentwicklung ist bereits zu erkennen, dass die Arbeitsproduktivität (gemessen als Umsatz pro Kopf) im Zeitablauf stark angestiegen ist (Umsatz/Beschäftigung 1995: 90.450 €/Kopf, 2007: 346.410 €/Kopf). Entsprechend ist in Abb. 58 zu erkennen, dass sich der Lohn- und Gehaltskostenanteil auf einen Anteil von 12,1% in etwa halbiert hat. Die ‚normale‘ Elektrotechnik (repräsentiert hier durch die WZ 31 in Abb. 56) kommt hingegen, ohne nennenswerte Veränderungen im Zeitraum von 1995 bis 2006, im Jahr 2007 auf 21,3%. Das außerordentlich positive Bild der Umsatzentwicklung findet sich nur z.T. bei den Veränderungen der Anzahl der Beschäftigten wieder. In den Jahren von 1995 bis 1999, in denen Umsatzanstiege von fast 150% zu verzeichnen waren, stieg die Beschäftigung lediglich um 2,5% von 59.233 auf 60.699. Erst mit dem einsetzenden Internet-Boom im Jahr 2000 ist ein markanter Beschäftigungsanstieg auf 75.984 im Jahr 2001 zu verzeichnen. Im Zuge des Platzens der Internetblase wurde Beschäftigung abgebaut und der 2001 erreichte Wert bisher nicht wieder erreicht, obwohl der Umsatz seitdem (2001-2007) ähnlich wie in den Jahren 1995-1999 um fast 130% gestiegen ist. Insofern lassen sich zwei Phasen des Umsatzwachstums identifizieren: 1995-1999 und 2001-2007. In der ersten Phase kam es zu einem sehr geringen Beschäftigungsaufbau von 2,5%, während in der zweiten Phase sogar ein Beschäftigungsabbau in derselben Größenordnung

Dieser enorme Anstieg der Arbeitsproduktivität mit dem einhergehenden Sinken des Arbeitskostenanteils kann zum einen durch ‚echte‘ Produktivitätsgewinne erklärt werden, die durch technischen Fortschritt zu deutlichen Leistungssteigerungen vieler Anlagen (insbesondere in der Halbleiterfertigung) geführt haben. Ein weiterer Blick auf die Kostenstruktur macht aber deutlich, dass dieser Effekt nicht der einzige ist, der diese Entwicklung erklärt. So ist in Abb. 58 zu sehen, dass im Zeitraum von 1995 bis 2006 der Zukauf von Handelsware (die nur gekauft und durchgehandelt wird, ohne dass im Unternehmen eine Weiterverarbeitung stattfinden würde) deutlich anstieg. So erhöhte sich der Kostenanteil von Handelswaren von 19,4% (1995) auf zwischenzeitlich 31,6 % (2005) (+61%).⁸ Handelsware führt zwar zu Umsatz, die Wertschöpfung im Unternehmen ist allerdings im Regelfall sehr gering und nicht mit einer unternehmenseigenen Produktion zu vergleichen. Entsprechend wird durch die steigende Nutzung von Handelsware zwar ein Umsatz-, jedoch kein Beschäftigungswachstum ausgelöst. Insofern besteht hier die Tendenz, dass Unternehmen elektronischer Bauelemente sich in Richtung von Handelsunternehmen entwickeln – der Pro-Kopf-Umsatz des Fach-

⁷ Der WZ 33 (Medizin-, Mess-, Steuer- u. Regeltechnik, Optik, Uhren) als weitere Möglichkeit enthält deutliche Anteile, die nicht zur Elektrotechnik zu zählen sind und der WZ 30 (Herstellung von Büromaschinen, DV-Geräten u. -einrichtungen) als dritte Möglichkeit lässt eine sehr spezielle Ausrichtung erkennen (z.B. die extreme Nischenstrategie der Büromaschinenhersteller), die nicht typisch ist für die Elektrotechnik als Ganzes

⁸ Es ist nicht auszuschließen, dass die Zahlen auch geprägt werden durch einen ebenfalls hohen Anteil von Handelsware insbesondere bei der Herstellung von Rundfunk-, phono- u. videotechnischen Geräten (WZ 32.30), die ja auch Bestandteil der WZ 32 sind. Dort ist zu beobachten, dass einige Marken im Wesentlichen nur noch ‚Handelsmarken‘ sind, so dass der inländische Umsatz fast überwiegend auf dem Verkauf eingekaufter Handelsware beruht.

zweigs ist jetzt schon in der Größenordnung eines Handelsunternehmens (2003 betrug der Pro-Kopf-Umsatz eines mittelgroßen Verbrauchermarkts 303.304 €, der eines großen Warenhauses 424.899 €). Eine wesentliche Erklärung für diese Bedeutungszunahme von Handelsware ist im Rückgang der Eigenfertigung in Teilen des Fachzweigs zu sehen, wodurch Komplettangebote eine große Rolle spielen. Der Stellenwert von Komplettangeboten bezieht sich dabei weniger auf ein Produkt, das aus verschiedenen Komponenten zusammengesetzt wird, sondern auf die Sortimentsleistung der Anbieter. So erwarten Kunden von großen Herstellern, dass sie verschiedene Bauformen, Leistungsklassen oder Qualitäten einzelner Bauteile anbieten können, ohne dass diese in der Breite vom Hersteller tatsächlich (noch) produziert würden. Insofern übernehmen hier die Unternehmen des Fachzweigs Elektronische Bauelemente tatsächlich Handelsfunktionen (die Zusammenstellung eines Sortiments). Ob allerdings reine Handelsfunktionen tatsächlich eine Kernkompetenz der Unternehmen darstellen oder ob nicht eine Verschiebung dieser Leistung in Richtung des ‚reinen‘ Handels droht, ist momentan nicht zu beantworten – eine Gefahr bei einem derart hohem Anteil an Handelsware besteht aber sicherlich.

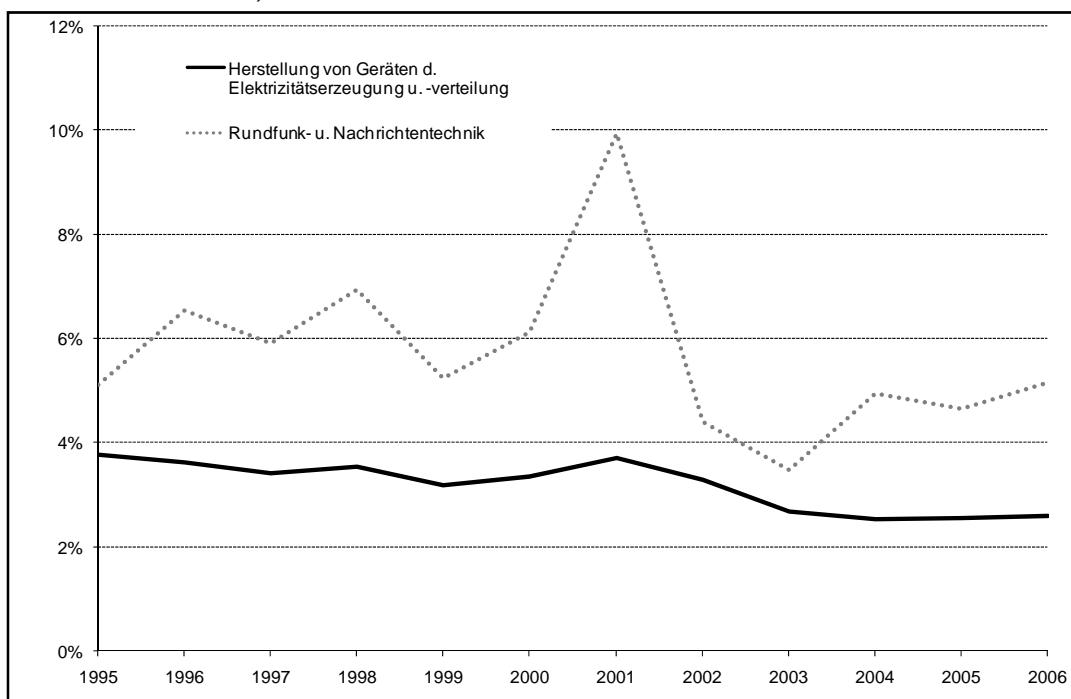
Ein weiterer möglicher Grund für die sehr starke Erhöhung des Pro-Kopf-Umsatzes lässt sich in Abb. 58 an den (geringen) Änderungen des Materialkostenanteils erkennen. Während bei allen anderen Kostenkategorien (wie z.B. Lohnkosten, Kosten der Handelsware, Sozialkosten) Preissteigerungen im Zeitraum von 1995 bis 2007 unterstellt werden können, gilt dies für die Materialkosten nicht im gleichen Maße. Insbesondere die Halbfertigerzeugnisse (z.B. Gehäuse für Bauteile oder Standardchips, die noch integriert werden müssen) haben im Wesentlichen eine ähnliche Preisentwicklung wie für Produkte der Elektronischen Bauelemente erfahren, wie in Abb. 55 dargestellt – auch hier sind die Preise z.T. sehr deutlich im Betrachtungszeitraum gefallen. Insofern steht hinter dem in etwa gleichbleibenden Anteil der Materialkosten eine sehr deutliche Mengenausweitung, da die Materialkostenpreise sanken und die meisten anderen Kostenkategorien gleichzeitig noch steigende Preise verzeichneten. Hinter diesem mengenbezogenen starken Anwachsen des Materialbezugs steht im Wesentlichen eine zunehmende Verlagerung von Produktion ins Ausland. Auch dieses Outsourcing trägt zur Realisierung von Umsatzanstiegen in diesem Umfang bei, ohne dass es einen gleichartigen Beschäftigungsaufbau gibt. Diese Verlagerung spiegelt sich somit vermutlich einmal wieder in der zunehmenden Bedeutung von Handelswaren⁹ sowie im mengenmäßigen Anstieg des Bezugs von Vorprodukten.

Eine weitere Besonderheit in der Kostenstruktur des WZ 32 im Vergleich zum WZ 31 wird beim Vergleich der Abschreibungen sichtbar. Im Durchschnitt der Jahre 1995-2006 liegt der Abschreibungskostenanteil des WZ 31 bei 2,9%, während WZ 32 auf 4,0% kommt. Elektronische Bauelemente alleine dürften einen noch größeren Anteil der Abschreibungen aufweisen, da dort (und hier insbesondere bei der Halbleiterherstellung) die Produktion im Vergleich zu den anderen Fachzweigen in der WZ 32 deutlich kapitalintensiver ist. Neben diesem hohen Durch-

⁹ Im Übrigen gilt auch für einen Teil der Handelsware, dass im Zeitraum 1995-2007 die Preise deutlich gefallen sind, so dass die Zunahme der mengenmäßigen Bedeutung durch den Kostenanteil erheblich unterschätzt wird.

schnittswert fällt auf, dass die jährlichen Werte stärker schwanken als in der WZ 31, die einen deutlichen Abwärtstrend, aber kaum Schwankungen erkennen lässt. Diese Schwankungen werden noch deutlicher, wenn statt der Abschreibungen Investitionen betrachtet werden, deren Periodisierung letztendlich zu den Abschreibungen führt (Abb. 59). Die Differenz zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Wert liegt über 180%. Dieses schwankende Investitionsverhalten, das sogar auf die Abschreibungen durchschlägt, ist ein wesentliches Charakteristikum der Halbleiterindustrie, in der hohe Investitionen in die Produktionstechnologie in einem Jahr abgelöst werden von geringen Investitionen im Folgejahr bei laufendem Betrieb. Dabei ist zu erkennen, dass die Zyklen von hohen und niedrigen Investitionen vergleichsweise kurz sind (die oben erwähnten Extremwerte liegen nur 2 Jahre auseinander).

Abb. 59: Entwicklung der Investitionsquoten des WZ 31 (Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung) und WZ 32 (Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik) (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



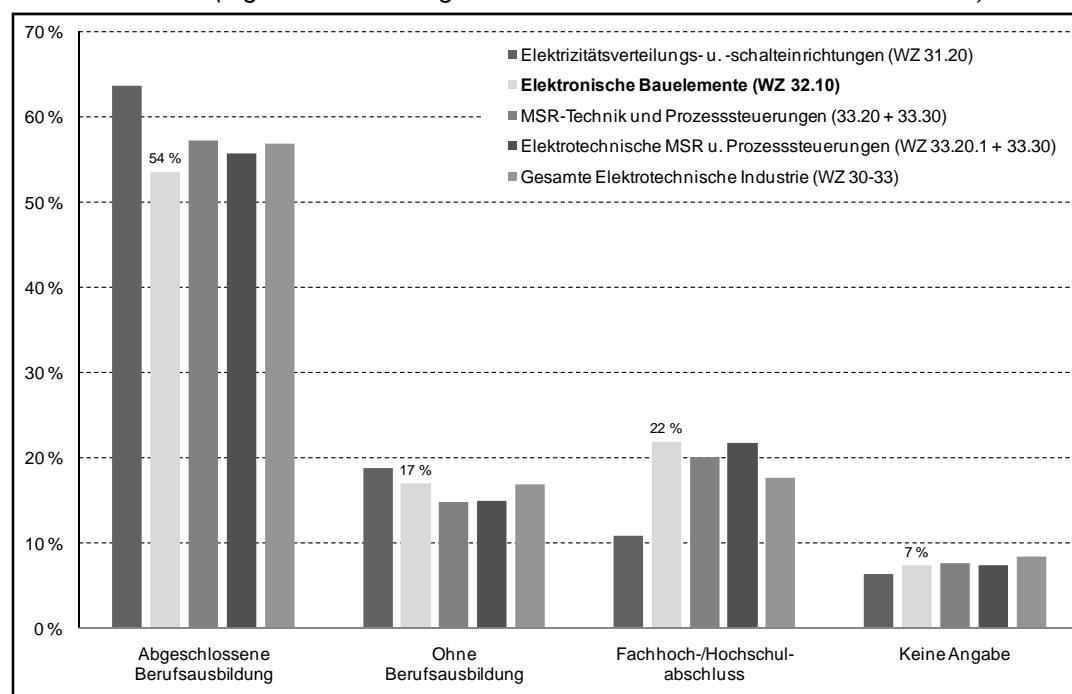
Vergleicht man Investitions- und Abschreibungsquote miteinander (wobei letzte die Folge zurückliegender Investitionen ist), so lässt sich feststellen, dass die Investitionsquote im Durchschnitt der Jahre 1995 bis 2006 mit 5,7% über der durchschnittlichen Abschreibungsquote von 4,0% liegt. Dies gilt auch für den WZ 31 (Investitionsquote im Mittel 3,2%, Abschreibungsquote im Mittel 2,9%). Läge die Investitionsquote niedriger als die Abschreibungsquote, wäre dies gleichbedeutend mit Desinvestition in dem Fachzweig – der Bestand an abschreibungsfähigen Wirtschaftsgütern nähme ab. Weder für den WZ 31 noch für den WZ 32 ist dies allerdings der Fall, auch wenn der ‚Steigerungsfaktor‘ (das Verhältnis von Investitionsquote zu Abschreibungsquote) bei dem WZ 32 mit 1,43 deutlich höher ist als im WZ 31 mit 1,10. Insofern kann man beim WZ 32 (und damit auch für die

Elektronischen Bauelemente) davon sprechen, dass die Substanzsicherung hier in größerem Maße gewährleistet ist, als dies für die ‚normale‘ Elektrotechnik, repräsentiert durch den WZ 31, der Fall ist.¹⁰

4.2.4 Beschäftigungsqualität

Elektronische Bauelemente ist einerseits ein Fachzweig mit hoher Kapitalintensität (im Vergleich zu anderen Teilen der Elektrotechnik und gemessen an der Abschreibungs- und Investitionsquote). Andererseits ist dieser Fachzweig stark wissensgeprägt. Dies schlägt sich nieder in der hohen Bedeutung von hoch qualifizierten Beschäftigten. So ist in Abb. 60 zu erkennen, dass der Fachzweig Elektronische Bauelemente im Vergleich zu den anderen in diesem Report untersuchten Fachzweigen sowie der Elektrotechnik insgesamt mit 22% den höchsten Anteil von Beschäftigten mit Fachhoch- und Hochschulabschluss aufweist.

Abb. 60: Qualifikationsstruktur elektronische Bauelemente im Vergleich zu den anderen untersuchten Fachzweigen sowie der gesamten Elektrotechnischen Industrie 2007 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



¹⁰ Anhand des Vergleichs zwischen Investitions- und Abschreibungsquote lässt sich nicht ermitteln, ob es tatsächlich zu einer realen Veränderung des Bestands abschreibungsfähiger Wirtschaftsgüter (wie insbesondere Anlagen) kommt. Dies liegt daran, dass Preiseffekte nicht sicher herausgerechnet werden können – die Abschreibungen sind periodisierte Kosten z.B. der Anschaffung einer Anlage in der Vergangenheit (z.T. vor 20 oder mehr Jahren), während die Investitionen zu Preisen entsprechend der heutigen Preisniveaus getätigt werden. Aus diesem Grund fällt bei Bestehen einer positiven Inflationsrate die Investitionsquote bei Substanzerhalt immer höher aus als die Abschreibungsquote. Wenn hingegen die Investitionsquote niedriger als die Abschreibungsquote ist, dann kann von Substanzerhaltung nicht mehr gesprochen werden.

Abb. 61 zeigt anschaulich den kontinuierlichen Anstieg des Anteils von Hochqualifizierten um gut 2 Prozentpunkte im Zeitraum 1995 bis 2007. Diese Entwicklung lag damit allerdings unter dem Anstieg in der gesamten Elektroindustrie, die knapp 3 Prozentpunkte zu verzeichnen hatte. In Teilen handelte es sich dort um eine nachholende Entwicklung oder auch um spezielle strategische Neuausrichtungen, wie sie z.B. bei der Herstellung von Rundfunk-, Phono- u. Videotechnik (32.30) zu sehen ist – dort stieg der Akademikeranteil aufgrund der zuvor stark zurückgefahrenen inländischen Produktion um mehr als die Hälfte von 11,8% auf 18,2%. Da 2007 im Vergleich zum Jahr 1999 im Fachzweig Elektronische Bauelemente insgesamt über 13.000 Personen mehr beschäftigt worden sind, geht mit der Steigerung des Anteils der Akademiker um rund 2 Prozentpunkte auch ein realer Beschäftigungsaufbau von rund 5.000 Akademikern einher.

Gänzlich anders fällt die Entwicklung bei den Beschäftigten ohne Berufsabschluss aus. Anders als das Bild bei den Hochqualifizierten erwarten lässt, zeichnen sich Elektronische Bauelemente auch dadurch aus, dass dieser Fachzweig beim Anteil der (formal) gering Qualifizierten an zweiter Stelle steht. Nur im Fachzweig Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen ist ihr Anteil mit 18,9% höher als bei den Elektronischen Bauteilen (mit 17%). In Abb. 62 ist allerdings zu erkennen, dass ihr Anteil zwischen 1999 und 2007 deutlich um 27% gesunken ist (von 23,4% auf 17,0%), was einen Beschäftigungsabbau zur Folge hatte (-1.581 Beschäftigte). Dieser Rückgang ist deutlich stärker als in der gesamten Elektroindustrie (-18%) und im Verarbeitenden Gewerbe (-19%; jeweils 1999-2007).

Abb. 61: Entwicklung des Anteils der Hochqualifizierten (Fachhochschul- und Hochschulabschluss) bei elektronischen Bauelementen im Vergleich zur Elektroindustrie und zum Verarbeitenden Gewerbe 1999-2007 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

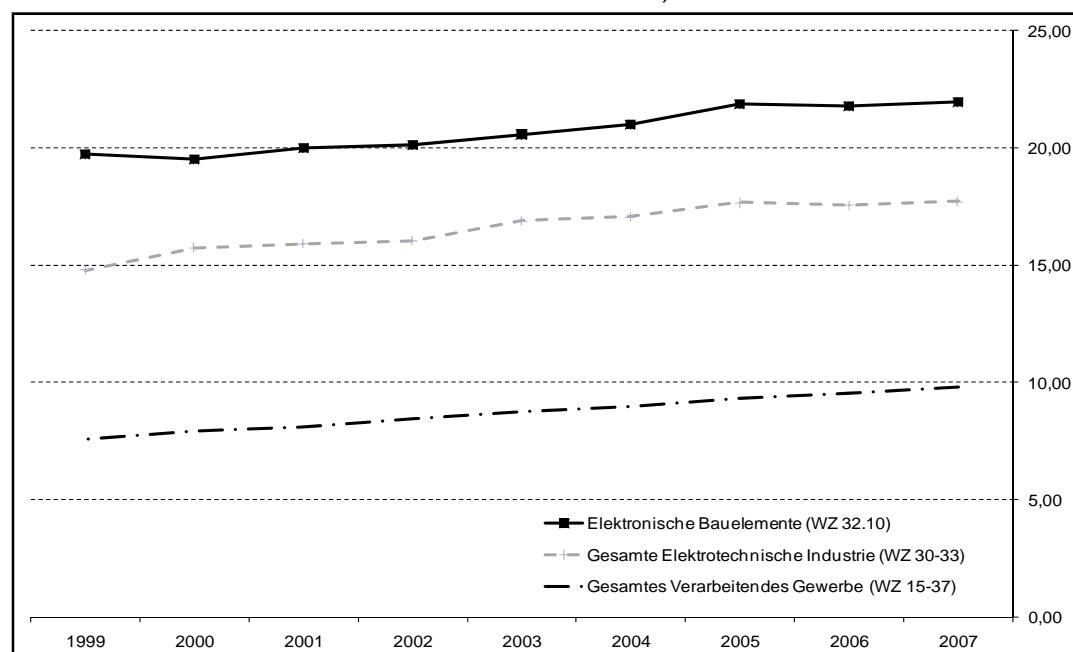
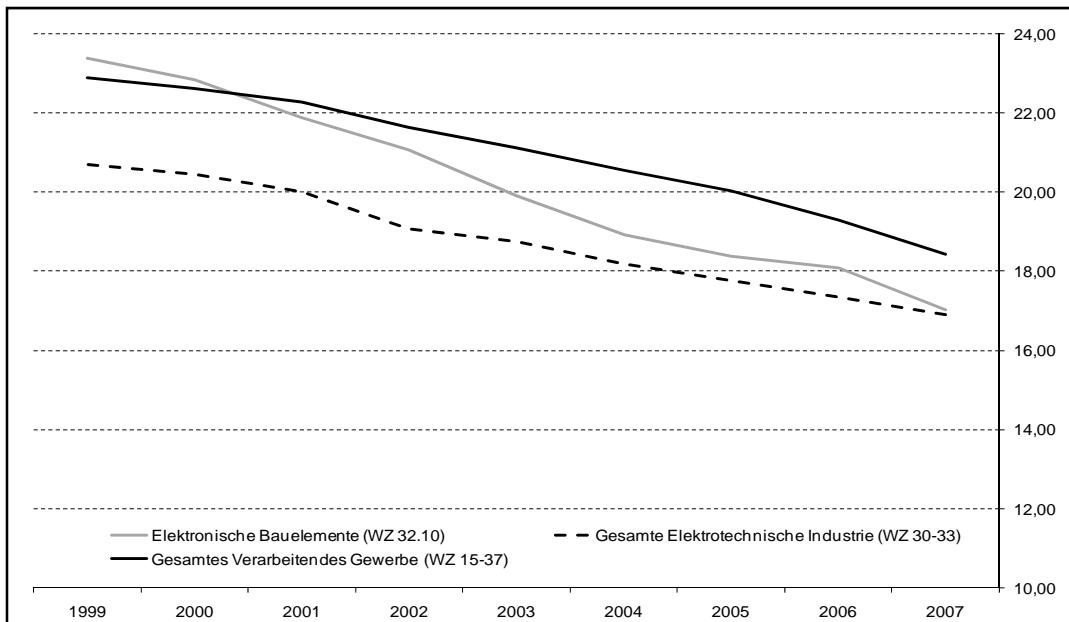


Abb. 62: Entwicklung des Anteils derjenigen ohne Berufsabschluss bei Elektronischen Bauelementen im Vergleich zur Elektroindustrie und zum Verarbeitenden Gewerbe 1999-2007 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

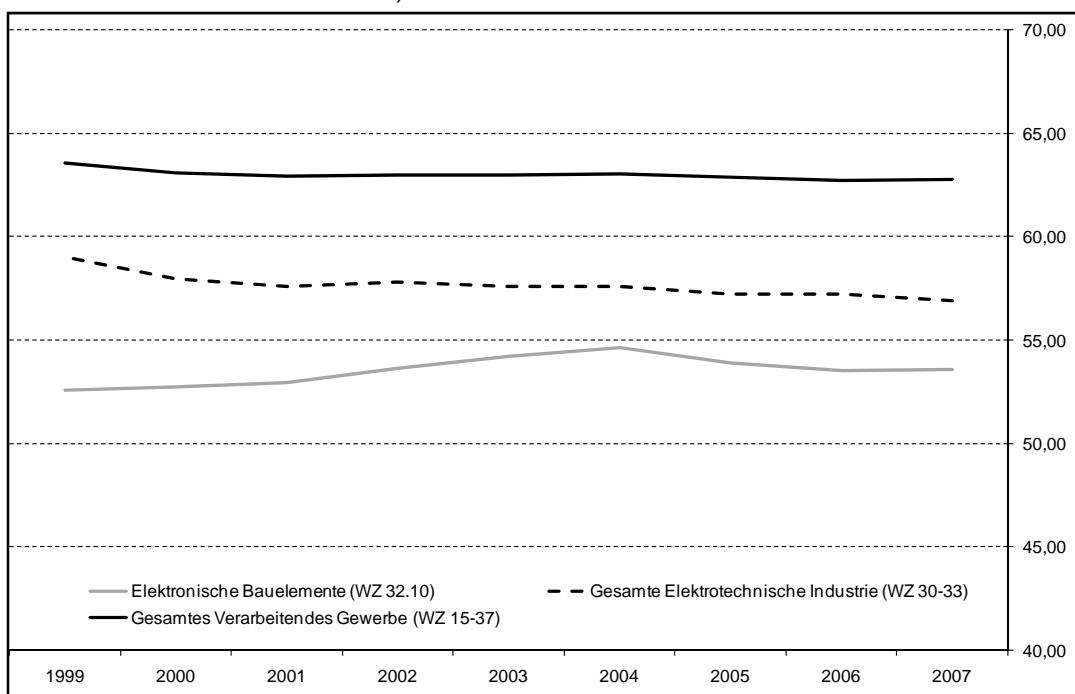


Sichtbar wird hier, dass die Elektronischen Bauelemente zwar von Tätigkeiten mit hohen Anforderungen an das Qualifikationsniveau geprägt waren (z.B. aufgrund einer großen Bedeutung von Forschung und Entwicklung), andererseits aber eine relativ große Anzahl einfacher Fertigungsprozesse vorhanden war, die zunehmend abgebaut und vor allem ins Ausland verlagert wurden. Entsprechend reduzierten sich die Beschäftigungsmöglichkeiten für An- und Ungelernte. Aufgrund der vielfältig angekündigten und diskutierten Produktionsverlagerungen deutscher Hersteller elektronischer Bauelemente ist davon auszugehen, dass sich dieser Trend vermutlich verschärft fortsetzen wird.

Mit Blick auf den Facharbeiteranteil ist zu erkennen, dass die Elektronischen Bauelemente hier mit einem Anteil von 53,6% im Jahr 2007 den letzten Rang der verglichenen Fachzweige einnehmen und auch unter dem Durchschnitt der Elektroindustrie (56,9%) und dem Verarbeitenden Gewerbe (62,8%) liegen. Entgegen der Entwicklung in den meisten Fachzweigen, der Elektroindustrie insgesamt und auch im Verarbeitenden Gewerbe ist dieser Anteil allerdings im Zeitablauf leicht gestiegen (um einen Prozentpunkt seit 1999).

Diese relativ geringe Facharbeiterquote mag einerseits durch den hohen Akademikeranteil erklärbar sein – in vielen Teilen der Halbleiterfertigung werden Arbeitsplätze im Produktionsbereich, die in anderen Bereichen des verarbeitenden Gewerbes durch Facharbeiter besetzt sind, von Ingenieuren ausgefüllt. Möglicherweise ist hier aber ein Problem zu erkennen, da anders als in anderen Fachzweigen (etwa im Vergleich zur Energietechnik mit einer Facharbeiterquote von 63,8%) die für das Produktionssystem Deutschland typische Verbindung zwischen Facharbeitern und Akademikern insbesondere bei der technischen Weiterentwicklung in diesem Fachzweig bisher weniger stark ausgeprägt ist. Dies mag mittel- bis langfristig für den noch relativ jungen Fachzweig zum Problem werden.

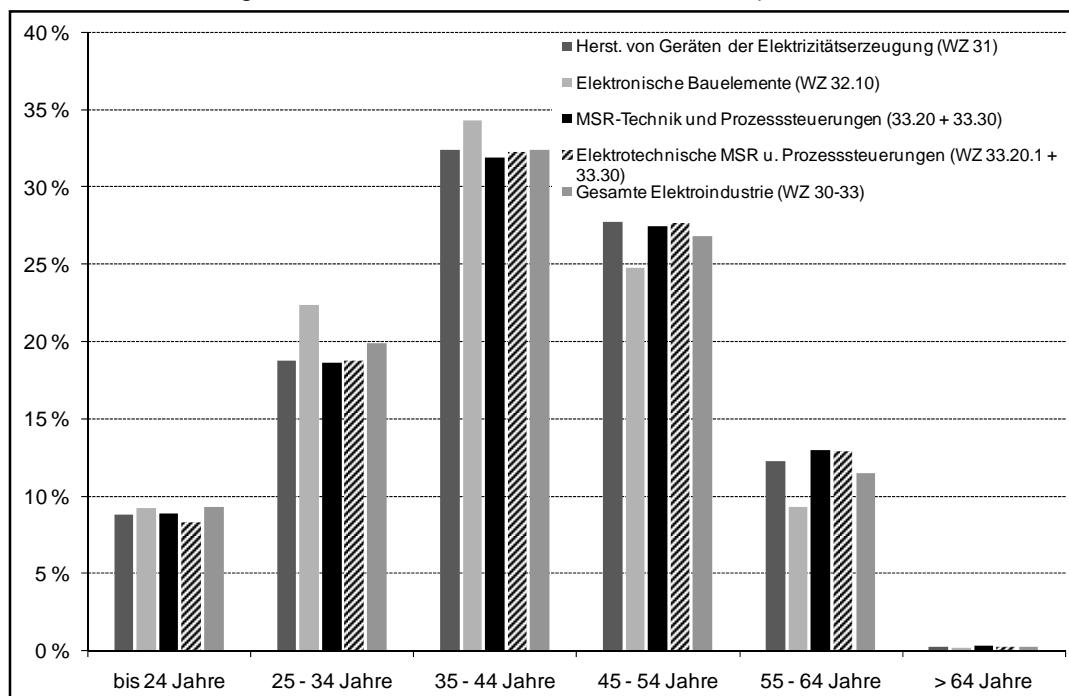
Abb. 63: Entwicklung des Anteils derjenigen mit abgeschlossener Berufsausbildung bei Elektronischen Bauelementen im Vergleich zur Elektroindustrie und zum Verarbeitenden Gewerbe 1999-2007 (eigene Berechnung nach Daten des Bundesamtes für Statistik)



4.2.5 Altersstruktur

Die Tatsache, dass der Fachzweig Elektronische Bauelemente noch relativ jung ist, lässt sich gut an seiner Altersstruktur ablesen (Abb. 64). Im Vergleich zu den anderen hier vertiefend behandelten Fachzweigen sowie der gesamten Elektrotechnik sind die ersten drei Altersklassen (bis zu den 44-jährigen) stärker besetzt als in den Vergleichsgruppen, die zwei nachfolgenden Altersklassen hingegen jeweils weniger stark.

Abb. 64: Altersstruktur elektronische Bauelemente im Vergleich zu den anderen untersuchten Fachzweigen und der gesamten Elektroindustrie 2007 (eigene Berechnung nach Daten des Bundesamtes für Statistik)



Diese sich hier zeigende noch nicht lange zurück liegende Phase der Gründung vieler Unternehmen mit einer nachfolgenden Phase des sehr starken Wachstums führt dazu, dass auf mittlere Frist Probleme durch ausscheidende Beschäftigte kleiner sein werden als in den Vergleichsgruppen. Zusammengenommen mit der stagnierenden Beschäftigtenentwicklung des Fachzweigs in den letzten Jahren, die sich möglicherweise auch in der Zukunft fortsetzen wird, ist es jedoch möglich, dass die Klasse der Jungen zukünftig klein ausfallen wird. So wird das Durchschnittsalter des Fachzweigs deutlich ansteigen, während in 20-30 Jahren die heute starken Jahrgänge der 25-44jährigen ausscheiden und ersetzt werden müssen. Insofern besteht hier noch kein unmittelbarer Handlungsdruck, wohl aber perspektivisch ein Problem aufgrund des ehemals stürmischen Beschäftigungs- aufbaus und der jetzigen Stagnationsphase, die eine gleichmäßige Altersverteilung verhindert.

4.2.6 Betriebsgrößen

Die Entwicklung der Betriebsgröße ist die Folge sehr unterschiedlicher Einflussfaktoren, zu denen technologische Trends genauso gehören wie staatliche Rahmensetzungen (z.B. Möglichkeiten steuerlicher Verlustvorträge), Nachfragereaktionen oder organisationelle ‚Managementmoden‘. Mehr oder weniger unabhängig von den Gründen für veränderte Betriebsgrößen können jedoch unterschiedliche Folgen von Betriebsgrößenänderungen auftreten. Einige mögliche negative Effekte kleinerer Betriebsgrößen sind z.B.:

- Verringertes Maß an qualifizierter Mitbestimmung: Auch wenn sich keine Änderungen bei der formalen Freistellung von Betriebsratsmitgliedern ergeben, reduziert sich mit sinkender Betriebsgröße die Möglichkeit der Interessenver-

tretung, sich mit Themen zu beschäftigten, die über die unmittelbaren Tagesnotwendigkeiten hinausgehen (Reduktion von ‚Strategiefreiräume‘).

- Organisation gewerkschaftlicher Tätigkeit: Betriebsbetreuung besteht aus einem Anteil fixen Aufwands pro Betrieb (z.B. die Begleitung von Betriebsvereinbarungen), so dass eine ansteigende Betriebsgröße bei sonst gleichen Bedingungen den betrieblichen Betreuungsaufwand vergrößert.
- Kritische Masse: Für viele technologischen Neuentwicklungen, z.T. auch für Aktivitäten zur Kunden- und Markterschließung sind größere Investitionen erforderlich, die kleine Unternehmen nicht ohne weiteres aufbringen können. Hierfür ist allerdings weniger die Betriebs- als vielmehr die Unternehmensgröße entscheidend. Für den Fachzweig der Elektronischen Bauelemente ist dies aufgrund seiner vergleichsweise hohen Kapitalintensität ein wichtiger Punkt. Allerdings kann ein solcher Nachteil kleiner Einheiten, die eine kritische Masse nicht überwinden können, durch Kooperationslösungen ausgeglichen werden, die wiederum zu (prohibitiv hohen) Transaktionskosten führen können.

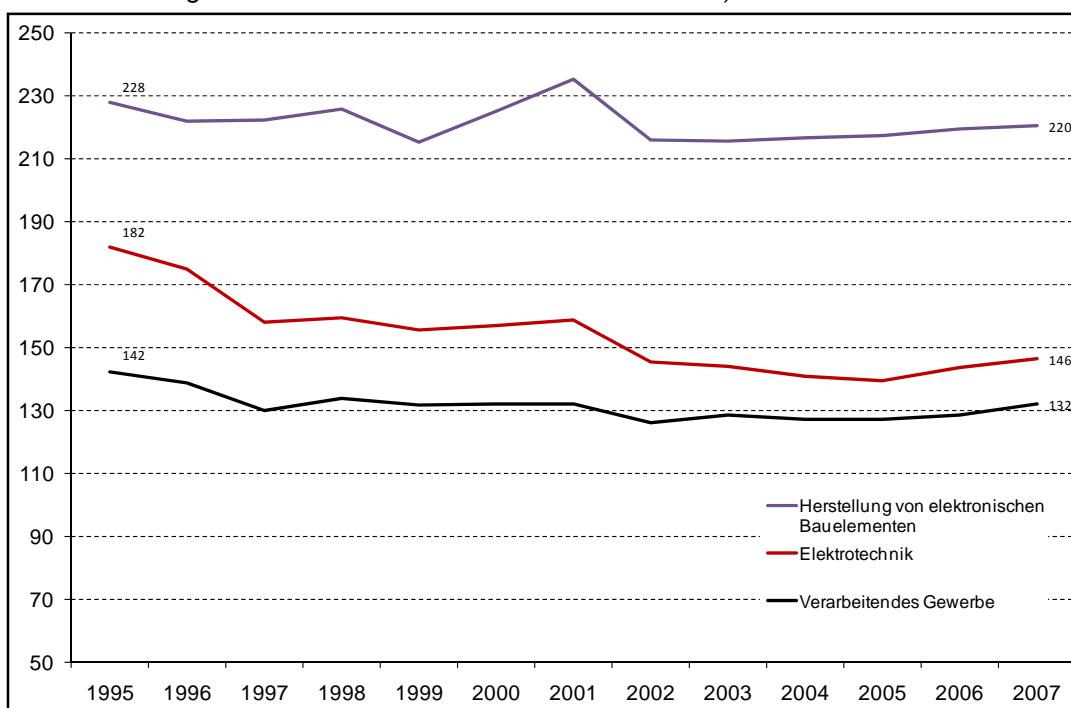
Der Blick auf die Entwicklung der Betriebsgrößen zeigt, dass die Elektronischen Bauelemente in der Vergangenheit eine stagnierende Betriebsgrößen (-3,3% 1995-2007; vgl. Abb. 65) aufwiesen – und das gegen den Trend in der Branche Elektrotechnik (-23,3%) und im verarbeitenden Gewerbe (-10,7%). Auch absolut liegt der Fachzweig mit 220 Beschäftigten pro Betrieb im Durchschnitt des Jahres 2007 deutlich über dem Branchendurchschnitt (mit 146 Beschäftigten pro Betrieb) und im Vergleich zu den anderen Fachzweigen im oberen Drittel. Gleichzeitig hat die Anzahl der Betriebe deutlich zugenommen (+29,2% im Vergleich zu +14,4% in der Elektrotechnik sowie -0,8% im Verarbeitenden Gewerbe jeweils von 1995 bis 2007; vgl. Abb. 66). Die weitere Entwicklung der Betriebsgröße in dem Fachzweig ist offen. Lässt man Änderungen des rechtlichen Rahmens außen vor, dann ist eine Verringerung von Betriebsgrößen im Wesentlichen durch drei Entwicklungszusammenhänge zu beobachten:

1. **durch Innovationssprünge in einer Branche.** Dies gilt insbesondere dann, wenn die bisherigen Leitunternehmen eine wesentliche Innovation für die Branche nicht oder nur in geringem Maße selbst hervorbringen, sondern Newcomer solche Innovatoren sind. Ein Beispiel für einen solchen Prozess findet sich in der Pharmaindustrie. Der bisherige Innovationspfad war dominiert durch die chemische Synthese neuer Wirkstoffe. Ab Mitte der 90er Jahre erlangte hingegen die Bio- und Gentechnologie eine zunehmende Bedeutung und bildete einen eigenständigen neuen Pfad der Wirkstoffentwicklung heraus. Viele (europäische) Hersteller setzten weiterhin vor allem auf die chemische Wirkstoffsynthese, so dass eine größere Anzahl von kleinen Spezialisten entstanden, die Verfahrenstechnik, z.T. aber auch echte Wirkstoffforschung betreiben. Teile der etablierten Unternehmen haben dann diese Entwicklung kopiert und eigene Unternehmen zur Biotechnologieforschung gegründet, so dass auch diese zweite Welle zu stark ansteigenden Betriebsanzahl bei abnehmender Größe pro Einheit führte. Durch Aufkäufe der kleinen durch die Großen und einer teilweisen Zurückführung der Ausgründung ist mittlerweile ein umgekehrter Trend zu erkennen – Biotechnologie ist zu einer etablierten Technologie geworden. Ein solch breiter technologischer Trend, der zu solch umfassenden Veränderungen führt, ist für Elektronische Bauelemente nicht zu erkennen – die Innovationen sind hier bisher sehr stark in-

krementell. Dies mag sich insbesondere für den Halbleiterbereich zukünftig mit Erreichen der Grenze der Miniaturisierung bei Siliziumchips ändern, wenn die Suche nach neuen Materialien oder anderen Formen der Informationsverarbeitung (wie z.B. in Biochips) Sprunginnovationen hervorbringt, die dann ggf. vor allem von kleinen Unternehmen vorangetrieben werden.

Ein wesentlicher Grund für die relativ große und stabile Betriebsgröße ist im Wachstum des Fachzweigs zu sehen – typischerweise handelt es sich bei den Fachzweigen mit stark zurückgehender Betriebsgröße um schrumpfende Fachzweige. Für die Elektronischen Bauelemente kommt allerdings noch hinzu, dass hier – vor allem im Segment Halbleiter – Skaleneffekte bedeutsam sind. So ist das Halbleitersegment geprägt durch hohe Fixkosten, die durch Forschungs- und Entwicklungskosten sowie durch hohe Anlagenkosten entstehen. Ein großer Teil der Innovation findet bei Halbleitern nicht nur im Produkt selbst statt, sondern steht in enger Beziehung zu der Produktionstechnologie. Dies ist insbesondere bei der Miniaturisierung von ICs zu erkennen, bei denen nicht so sehr das Design des Chips, sondern die technische Umsetzung seiner Fertigung die Hürde für technologische Fortschritte darstellt. Dies ist im Übrigen auch ein wichtiger Grund für die Betreibung der Produktion großer Chiphersteller wie Intel in eigener Hand, die an der Spitze dieser Entwicklung stehen – anders als bei der Massenfertigung vieler anderer Produkte.

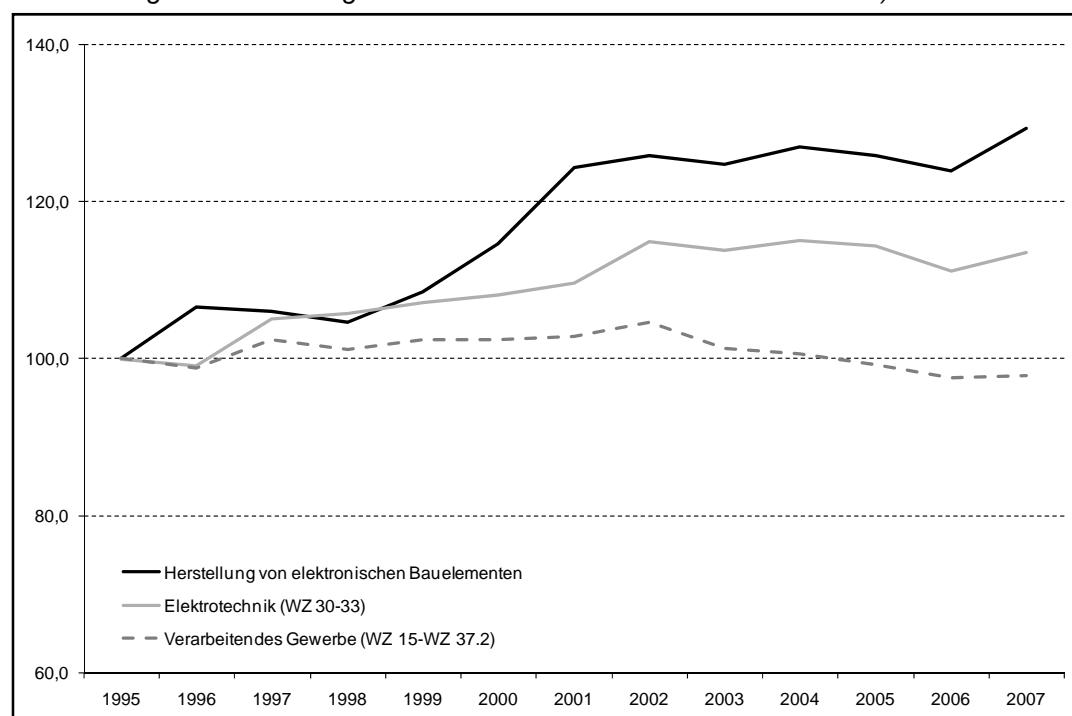
Abb. 65: Entwicklung der Betriebsgröße Elektronische Bauelemente (WZ 32.1) im Vergleich zur Elektroindustrie und zum Verarbeitenden Gewerbe (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



Die weitere Entwicklung der Betriebsgröße in dem Fachzweig ist offen. Lässt man Änderungen des rechtlichen Rahmens außen vor, dann ist eine Verringerung von Betriebsgrößen im Wesentlichen durch drei Entwicklungszusammenhänge zu beobachten:

2. **durch Innovationssprünge in einer Branche.** Dies gilt insbesondere dann, wenn die bisherigen Leitunternehmen eine wesentliche Innovation für die Branche nicht oder nur in geringem Maße selbst hervorbringen, sondern Newcomer solche Innovatoren sind. Ein Beispiel für einen solchen Prozess findet sich in der Pharmaindustrie. Der bisherige Innovationspfad war dominiert durch die chemische Synthese neuer Wirkstoffe. Ab Mitte der 90er Jahre erlangte hingegen die Bio- und Gentechnologie eine zunehmende Bedeutung und bildete einen eigenständigen neuen Pfad der Wirkstoffentwicklung heraus. Viele (europäische) Hersteller setzten weiterhin vor allem auf die chemische Wirkstoffsynthese, so dass eine größere Anzahl von kleinen Spezialisten entstanden, die Verfahrenstechnik, z.T. aber auch echte Wirkstoffforschung betreiben. Teile der etablierten Unternehmen haben dann diese Entwicklung kopiert und eigene Unternehmen zur Biotechnologieforschung gegründet, so dass auch diese zweite Welle zu stark ansteigenden Betriebsanzahl bei abnehmender Größe pro Einheit führte. Durch Aufkäufe der kleinen durch die Großen und einer teilweisen Zurückführung der Ausgründung ist mittlerweile ein umgekehrter Trend zu erkennen – Biotechnologie ist zu einer etablierten Technologie geworden. Ein solch breiter technologischer Trend, der zu solch umfassenden Veränderungen führt, ist für Elektronische Bauelemente nicht zu erkennen – die Innovationen sind hier bisher sehr stark inkrementell. Dies mag sich insbesondere für den Halbleiterbereich zukünftig mit Erreichen der Grenze der Miniaturisierung bei Siliziumchips ändern, wenn die Suche nach neuen Materialien oder anderen Formen der Informationsverarbeitung (wie z.B. in Biochips) Sprunginnovationen hervorbringt, die dann ggf. vor allem von kleinen Unternehmen vorangetrieben werden.

Abb. 66: *Entwicklung der Betriebsanzahl Elektronische Bauelemente (WZ 32.1) im Vergleich zur Elektroindustrie und zum Verarbeitenden Gewerbe (1995=100) (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)*

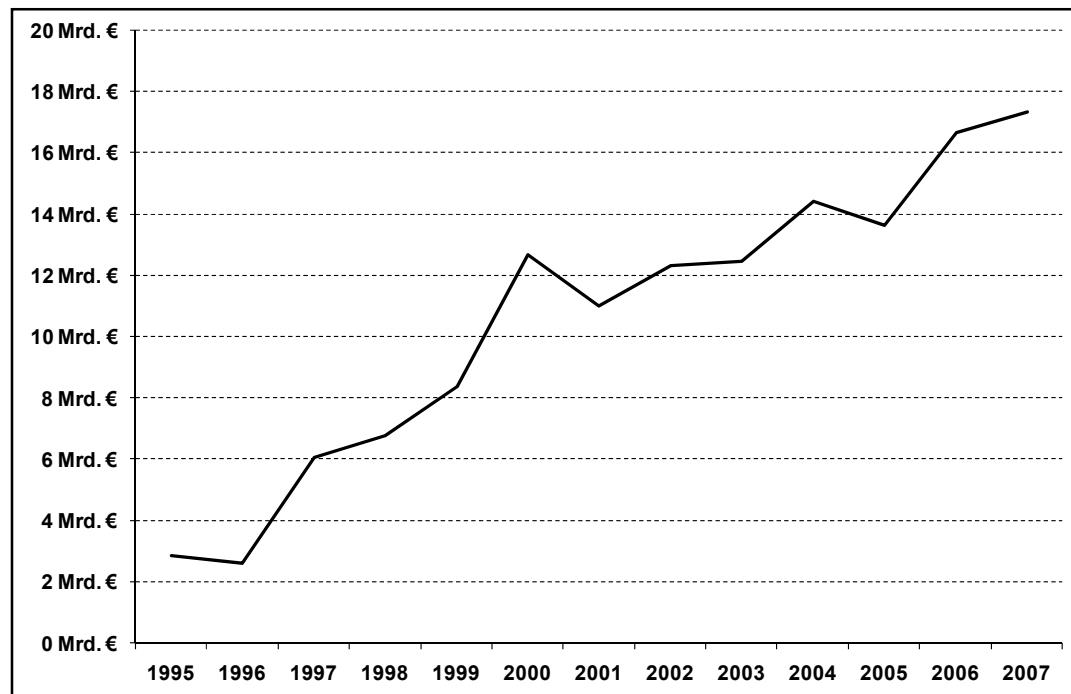


3. **durch Innovationen, die Größen- und Skaleneffekte verringern.** Kleiner werdende Einheiten sind das Ergebnis technologischer Umbrüche, die Skaleneffekte verringern oder beseitigen. In der Kraftwerkstechnik lässt sich solch eine Entwicklung beginnend beobachten. Bisher wiesen etablierte Technologien der Stromerzeugung i.d.R. sehr große Fixkosten bei gleichzeitig geringen variablen Kosten auf. Dies gilt insbesondere für Atomkraftwerke, aber auch für Kohlekraftwerke. Weiterhin sind die Fixkosten, die sich insbesondere aus dem Bau des Kraftwerks ergeben, nur unterproportional abhängig von der Anlagengröße. Dies bedeutet, dass eine Anlage mit 1000 MW installierter Leistung pro installierter MW deutlich weniger Kosten verursacht als eine 500 MW-Einheit. In der Folge ist bei solchen Technologien der Bau großer Einheiten rational. Viele neu auf den Markt eintretende Stromerzeugungstechnologien weisen hingegen weit geringere Vorteile großer Einheiten auf; dies beginnt bei der Gasturbine und reicht bis zur Brennstoffzelle, bei der nahezu keine Größeneffekte vorliegen. Entsprechend sind bei solchen Technologien mit geringen Größeneffekten der Fixkosten kleinere Betriebsgrößen möglich, während bei Atom- oder Kohlekraftwerken die Betriebsgröße technologiebedingt größer sein muss. Für den Fachzweig der Elektronischen Bauelemente ist allerdings solch eine technologische Entwicklung nicht zu erkennen. Für den Halbleiterbereich sind bisher sowohl Skaleneffekte bedeutsam (aufgrund der bedeutsamen Kostenanteile für Forschung und Entwicklung sowie für die Anlagentechnik, die unabhängig von der Ausbringungsmenge sind und daher fixe Kosten darstellen) als auch die Größenabhängigkeit der Fixkosten (größere Anlagen weisen geringere Kosten pro Kapazitätseinheit auf als kleinere). Auch bei technologischen Sprüngen z.B. in eine Nach-Silizium-Welt ist nicht zu erkennen, dass sich hieran etwas ändert. Insofern spricht dies weiterhin für relativ große Betriebsgrößen insbesondere in der Halbleiterfertigung.
4. **durch Einnischung in kleinen Einheiten aufgrund starken Marktdrucks.** Ein Beispiel aus der Elektrotechnik ist der Fachzweig Herstellung von isolierten Elektrokabeln, -leitungen und -drähten. Aufgrund des starken Wettbewerbsdrucks insbesondere bei Standardprodukten aus Südostasien ist dieser Fachzweig stark unter Druck geraten und hat sich insbesondere mit Blick auf die Produktion auf z.T. sehr innovative Spezialitäten konzentriert. Dies zeigt sich auch am Rückgang der Betriebsgröße zwischen 1995 und 2007 um 46,9% bei gleichzeitigem Ansteigen der Anzahl von Betrieben um 49,5% im gleichen Zeitraum. Wird der Druck auf den Fachzweig noch größer, dann werden keine neuen Nischen mehr entwickelt, so dass es nicht mehr zum Ansteigen der Anzahl an Betrieben kommt. Ein Beispiel hierfür liefert die Herstellung von Rundfunkgeräten sowie phono- und videotechnischen Geräten. Hier sinkt sowohl die Betriebsgröße (-30,8%) als auch die Betriebsanzahl (-27,4%). Für Elektronische Bauelemente in ihrer Breite ist ein solcher hoher Marktdruck mit anschließender Einnischungsstrategie bei schrumpfenden Betriebsgrößen und ggf. -zahlen zwar nicht generell zu erkennen. Die Aufgabe der Produkte und die Verlagerung von Produktion, Anfertigung oder auch Forschung und Entwicklung in einigen (aber nicht gerade unbedeutenden) Bereichen ist aber ein deutlicher Hinweis, dass auch hier Einnischungen mit den beschriebenen Folgen möglich sind.

4.2.7 Außenhandel und Wettbewerbssituation

Die Analyse der Außenhandelssituation des Fachzweigs Elektronische Bauelemente kann insbesondere dazu dienen, die Wettbewerbssituation des Fachzweigs im internationalen Vergleich zu beleuchten.

Abb. 67: *Exporte elektronische Bauelemente (WZ 32.1) 1995-2007 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)*



Der Verlauf der Exportentwicklung gestaltete sich, von einem deutlichen Knick im Jahr 2000, der der platzen Internet-Blase geschuldet ist, abgesehen, deutlich positiv (Abb. 67). Die Elektronischen Bauelemente weisen eine Exportsteigerung von rund 510% im Zeitraum 1995-2007 auf und liegen damit an der Spitze der Fachzweige der Elektrotechnik. Diese Exportentwicklung korrespondiert in starkem Maße mit der generellen Nachfrageentwicklung nach Elektronischen Bauelementen.

Der Auslandsumsatz des Fachzweigs beträgt 2007 67,6% und liegt damit ebenfalls am oberen Ende der Fachzweige der Elektrotechnik. Insofern sind zumindest Teile des Fachzweigs stark international ausgerichtet, wobei dies insbesondere für die in Teilen der Elektronischen Bauteile extrem dominierenden Großunternehmen (wie die Siemensableger Infineon und Epcos) geprägt ist, während bei vielen mittleren und kleinen Unternehmen mit starker regionaler Kundenbindung Exporte eine geringe Rolle spielt (dies gilt z.B. für die meisten in Deutschland fertigenden EMS-Unternehmen).

Zur Interpretation der Exportentwicklung ist weiterhin anzumerken, dass der Fachzweig stark geprägt ist durch eine verringerte Wertschöpfung. Dies beruht einmal auf der Substitution eigener Produktion durch Handelsware sowie der Verschiebung von Vorproduktion ins Ausland. Damit muss die Exportquote sowie die Entwicklung der Exporte vorsichtig interpretiert werden – hier hat sich ein Fach-

zweig im internationalen Wettbewerb nicht oder zumindest nicht nur aufgrund seiner Produkte oder seiner inländischen Produktion behauptet, sondern (auch) wegen einer z.T. durch Handelsware erreichten Verringerung seiner Wertschöpfung in Richtung eines Handelsunternehmens. Insofern sind Exportindikatoren im Fall dieses Fachzweigs nur bedingt aussagekräftig.

Abb. 68: *Einführen, Ausführen, Außenhandelssaldo, Produktionsvolumen und Inlandsmarkt (Produktionsvolumen – Exporte + Importe) elektronischer Bauelemente 2000-2007 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)*

| | Jahr 2000 Wert Tsd. EUR | Jahr 2001 Wert Tsd. EUR | Jahr 2002 Wert Tsd. EUR | Jahr 2003 Wert Tsd. EUR | Jahr 2004 Wert Tsd. EUR | Jahr 2005 Wert Tsd. EUR | Jahr 2006 Wert Tsd. EUR | Jahr 2007 Wert Tsd. EUR | Veränderung 2002-2007 |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Einführ | 18.628.066 | 17.018.589 | 14.308.563 | 14.700.680 | 16.678.875 | 16.406.196 | 18.823.836 | 18.684.618 | 30,58% |
| Ausführ | 16.377.887 | 14.539.419 | 13.614.047 | 14.123.074 | 15.119.559 | 14.779.668 | 15.385.706 | 16.373.225 | 20,27% |
| Außenhandelssaldo | -2.250.179 | -2.479.170 | -694.516 | -577.606 | -1.559.316 | -1.626.528 | -3.438.130 | -2.311.393 | 232,81% |
| Produktionsvolumen | | | 9.128.307 | 9.669.067 | 10.523.537 | 9.714.863 | 11.372.419 | 12.506.765 | 37,01% |
| Inlandsmarkt | | | 9.822.823 | 10.246.673 | 12.082.853 | 11.341.391 | 14.810.549 | 14.818.158 | 50,85% |

Aufgrund dieser Unsicherheiten hinsichtlich der Beurteilung der Wettbewerbsfähigkeit des Fachzweigs anhand der Exportentwicklung empfiehlt sich ein näherer Blick auf die Außenhandelsstatistik (vgl. Abb. 68). Dort zeigt sich, dass der Wert der inländischen Produktion (das Produktionsvolumen) immer deutlich unter den Ausfuhren liegt. Dies bedeutet, dass z.B. im Jahr 2000 selbst dann, wenn die gesamte inländische Produktion exportiert worden wäre (also keinerlei inländischer Absatz stattgefunden hätte), dieses Produktionsvolumen nur in der Lage gewesen wäre, 55,7% der Ausfuhren zu bestreiten. Dieser Wert stieg bis 2007 zwar immerhin auf 84,6% – fest steht jedoch, dass nach wie vor ein großer Teil der Exporte nicht durch inländische Produktion gespeist wird, sondern es sich im Reimporte vorher eingeführter Güter handelt. Die vermutlich abnehmende Bedeutung solcher Reimporte kann ein Hinweis darauf sein, dass inzwischen andere Vertriebskanäle existieren, die nicht mehr über den ‚Zwischenhandelsplatz‘ Deutschland laufen, sondern vermutlich eher direkt erfolgen.

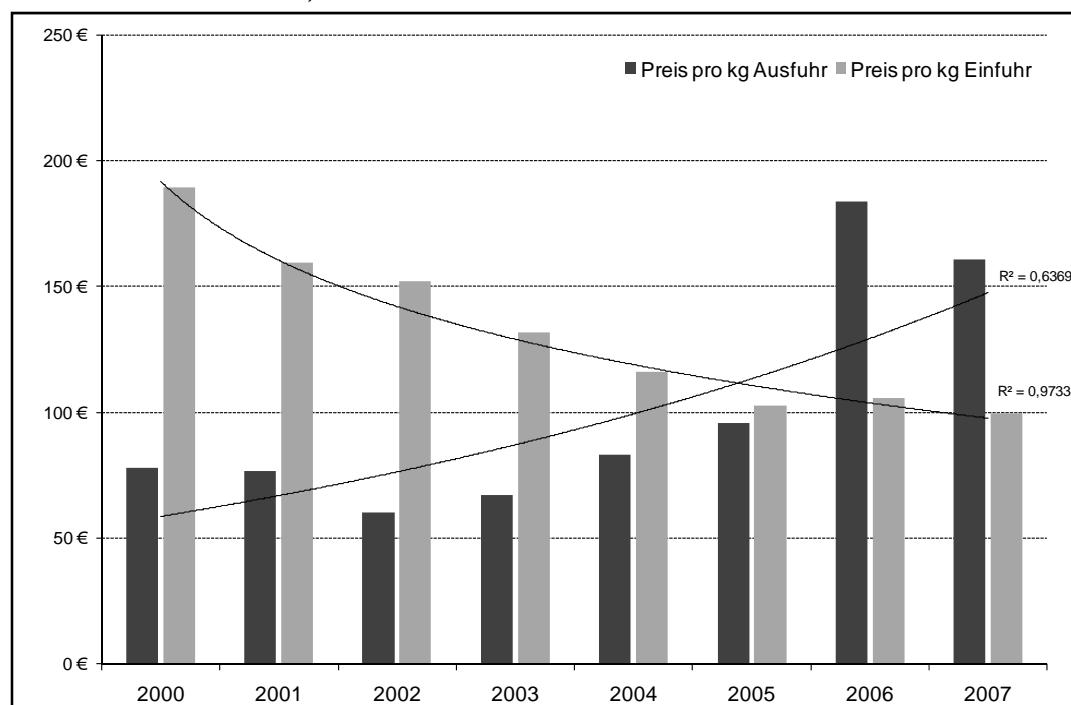
Betrachtet man die Differenz zwischen Einführen und Ausföhren (den Außenhandelssaldo), dann erkennt man ab 2003 ein deutliches Ansteigen – 2006 wurde mit -3,4 Mrd. 2006 ein Rekorddefizit erreicht. Ein wesentlicher Grund hierfür ist die Aufgabe von Produktionsbereichen im Inland bei weiterbestehender Nachfrage (z.B. bei passiven Tantal-Kondensatoren, die zumindest von Epcos nicht mehr in Deutschland hergestellt werden).

Der Inlandsmarkt (ermittel als inländische Produktion (Produktionsvolumen) - Exporte + Importe) ist mit 14,8 Mrd. € im Jahr 2007 größer als der Produktionswert im Inland (12,5 Mrd. €). Dies bedeutet generell, dass die Breite der inländischen Bedarfe nicht durch die inländische Produktion gedeckt werden kann, sondern diese sich ggf. auf Spezialitäten konzentriert, für die sie dann allerdings auf dem Weltmarkt durchaus eine gute Wettbewerbsposition erreichen kann. Bezogen auf die Elektronischen Bauelemente ist diese Situation so zu erklären, dass inländische Produktion in vielen Bereichen der Massenfertigung nicht mehr stattfindet. Dies betrifft zum einen Hochtechnologiebereiche wie z.B. die Fertigung vieler Arten von Chips, zum anderen aber auch in besonderem Maße weniger anspruchs-

volle Güter wie Widerstände, einfache Kondensatoren oder Induktivitäten. Gleichzeitig ist aber die internationale Marktgröße nicht so groß und/oder die Wettbewerbssituation auf diesen Märkten für die Produktion in Deutschland nicht so gut, dass dieses Fehlen der Massenproduktion ausgleichen werden kann. Die Folge ist somit, dass inländische Marktvolumen größer ist als die inländische Produktion. Die Schere zwischen beiden Größen ist noch dazu größer geworden: der inländische Markt ist von 2002 bis 2007 um 50,9% gewachsen, die inländische Produktion hingegen nur um 37,0%. Da Heimatmärkte i.d.R. einfacher zu erschließen sind als ausländische Märkte ist diese Entwicklung zunächst einmal nicht unproblematisch.

Die sich hier abzeichnende Entwicklung hin zu international gehandelten Spezialitäten mit einem Rückzug aus der Breite der Nachfrage auf dem Heimatmarkt ist auch anhand der steigenden Bedeutung höherwertiger Produkte erkennbar. Dies lässt sich durch die Entwicklung von Ein- und Ausfuhrpreisen bezogen auf 1 kg Ware (Abb. 69) zeigen. Generell ist es so, dass bei elektronischen Bauelementen ein durchgängiger Miniaturisierungstrend zu erkennen ist. Die gleiche Funktion wird mit kleineren und (da kaum Materialwechsel stattfinden) auch leichteren Bauteilen erreicht. Insofern müsste sich bei isolierter Betrachtung dieses Effekts der Preis pro kg elektronische Bauelemente deutlich erhöhen. Gleichzeitig mit der Miniaturisierung sinkt allerdings auch der Preis für elektronische Bauelemente (vgl. Abb. 55). Wenn man diesen Effekt isoliert betrachtet, fiele der kg-Preis. Ob nun der Miniaturisierungs- oder der Preissenkungseffekt größer ist und wie sich dementsprechend der Quotient Preis/kg entwickelt, ist somit nicht klar.

Abb. 69: Ausfuhr- und Einfuhrpreise von elektronischen Bauelementen bezogen auf ein kg Gewicht 2000-2007 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



Der Blick auf die reale Entwicklung macht deutlich, dass sich die Preise pro kg elektronische Bauelemente für Ein- und Ausfuhren sehr unterschiedlich entwickelt

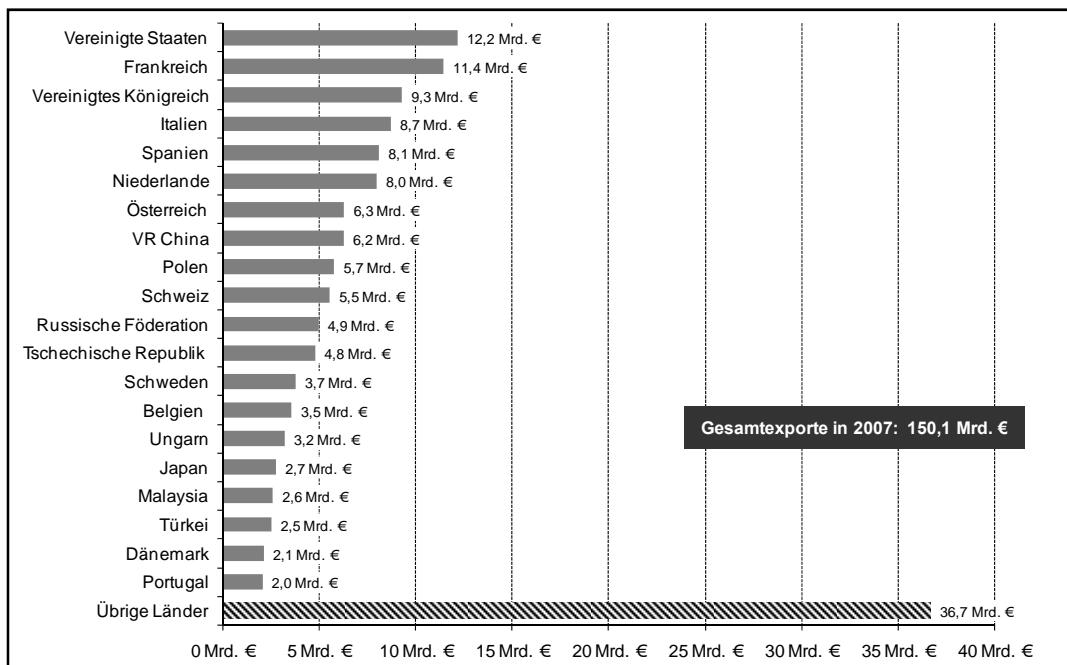
haben. Der Preis pro kg bei Ausfuhren (die dort der Handelsware zum größeren Teil aus inländischer Produktion stammen) ist im Zeitablauf deutlich angestiegen. Dieser Effekt kann nicht auf der Miniaturisierungsseite erklärt werden, denn die deutsche Produktion zeichnet sich im Vergleich zu den globalen Miniaturisierungsvorreitern insbesondere im Halbleiterbereich vor allem dadurch aus, dass die Produzenten in Teilen einige Miniaturisierungszyklen zurück sind. Der Grund dafür ist die stärkere Spezialisierung auf Kundenlösungen, bei denen Miniaturisierung nicht entscheidend ist (z.B. im Bereich Sicherheitstechnologie oder Automobil). Entsprechend wird der Miniaturisierungseffekt bei Exporten geringer ausfallen als bei Importen, so dass der Quotient Preis pro kg elektronische Bauelemente bei Exporten aus deutscher Produktion stärker fallen müsste als bei Importen mit ihrem starken gewichtssenkenden Miniaturisierungseffekt. Abb. 69 zeigt aber genau die gegenteilige Entwicklung.

Dies ist nur dadurch zu erklären, dass deutsche Hersteller eine Hochpreisstrategie verfolgen und von der allgemeinen Preisentwicklung, die zu einem starken Preisverfall geführt hat, nicht betroffen sind. Aufgrund der Ausrichtung auf hochwertige Produkte mit deutlichem Dienstleistungsanteil und der großen Kundenspezifität ist es den deutschen Herstellern gegenüber der Weltmarktentwicklung gelungen, im Wesentlichen steigende Preise pro kg Ausfuhr durchzusetzen.

Gänzlich anders sieht die Situation bei den Preisen pro kg Einfuhren aus: diese sinken zunächst sehr stark, auch wenn in den letzten drei Jahren der Trend gestoppt zu sein scheint und in eine stark abgeflachte Trendkurve (mit hoher Erklärungskraft von 97,3%) mündet. Trotz der starken Miniaturisierung dominiert hier also bisher der extreme Preisverfall bei Massenwaren.

Weitere Hinweise auf die sehr deutlichen Differenzen zwischen der allgemeinen Entwicklung des Weltmarkts und der Lage der inländischen Unternehmen finden sich bei der Betrachtung der Hauptexport- und -Importländer. In Abb. 70 ist zu sehen, dass sich die Exporte relativ gleichmäßig vor allem auf entwickelte Volkswirtschaften verteilen – eine starke Dominanz einiger weniger Staaten ist hier jedoch nicht zu erkennen.

Abb. 70: Die 20 größten Exportmärkte elektronischer Bauelemente im Jahr 2007 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



Ganz anders stellt sich allerdings die Situation auf der Importseite dar. Hier hat China mit Abstand die größte Bedeutung (Abb. 71), die im Zeitraum von 2000 bis 2007 um 478% gestiegen ist und damit alle anderen Länder weit hinter sich gelassen hat.

Abb. 71: Die 20 größten Importländer elektronischer Bauelemente im Jahr 2007 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

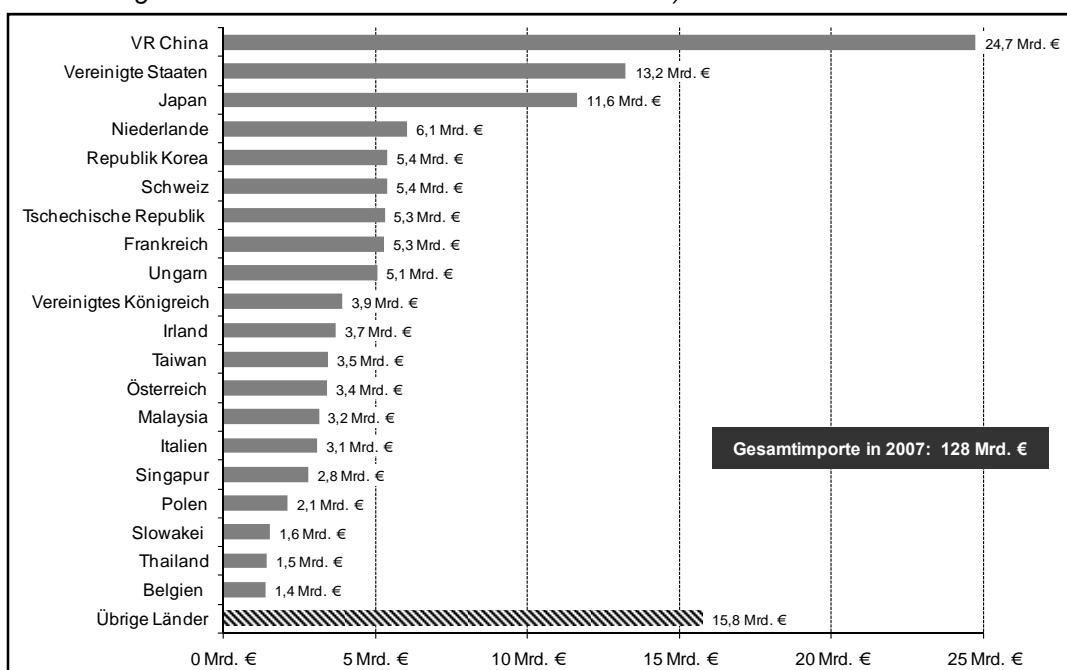
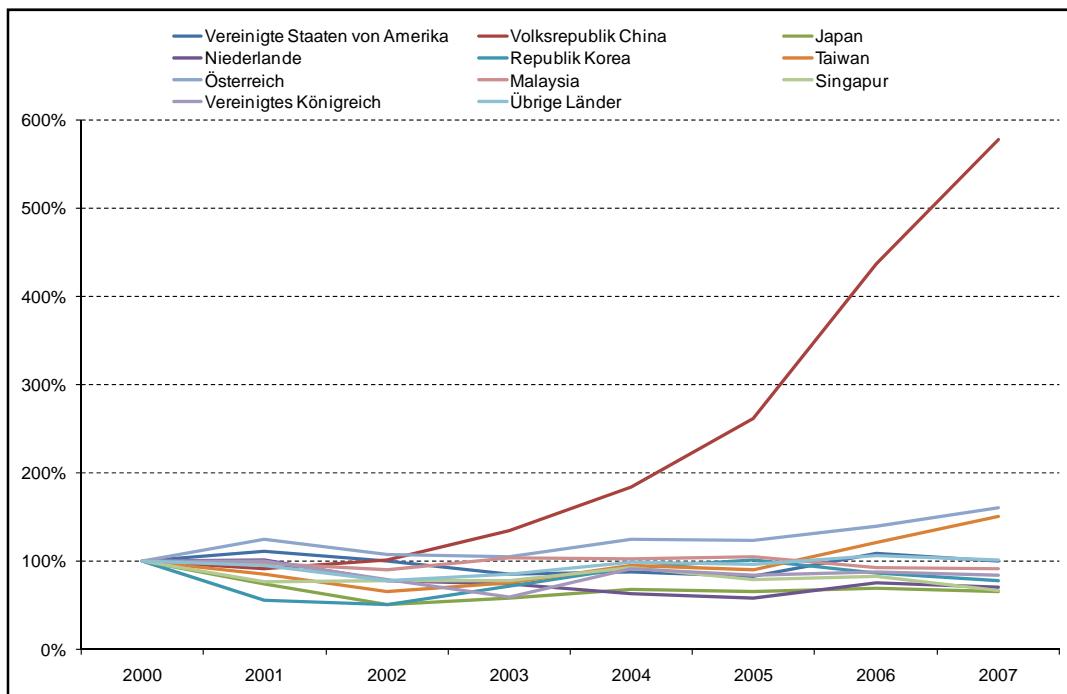


Abb. 72: Entwicklung der 10 größten Importländer für elektronische Bauelemente 2000-2007 (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



Hierdurch wird deutlich, dass sich die Exporte, die in größeren Teilen aus der inländischen Produktion stammen, im Wesentlichen an den anspruchsvollen Bedarfen von Kunden aus entwickelten Ländern orientieren, während die Importsituation und auch die Entwicklung des Weltmarkts sehr stark durch das Geschäft mit Massenware aus der Produktion von low cost countries Südostasiens wie China (Platz 1 der Top 10 Importnationen), Korea (Platz 5), Taiwan (Platz 12), Malaysia (Platz 14), Singapur (Platz 16) und Thailand (Platz 19) geprägt ist.

Zusammengenommen ergibt sich als Resultat eine abnehmende Deckung des inländischen Bedarfs, der mit einer zunehmenden Spezialisierung der inländischen Unternehmen einhergeht. Diese Spezialisierung findet dabei z.T. in Produktsegmenten statt, für die der Heimatmarkt deutlich zu klein ist, so dass für diese Spezialitäten die Exportorientierung steigt. Die Preise, die sich für solche Produkte erzielen lassen sind vom Preisverfall des Weltmarkts weitgehend abgekoppelt. Dies zeigt sich z.B. an den ansteigenden Preis pro kg für Ausfuhren. Diese Entwicklung verspielt die Chance einer i.d.R. einfacheren Bearbeitung des Inlandsmarkts gegenüber Auslandsmärkten. Der Inlandsmarkt ist allerdings auch deutlich geprägt durch Nachfrage nach Massengütern, wie etwa die Zunahme chinesischer Importe zeigt. Aufgrund der Standortnachteile der Massenfertigung in Deutschland (bei Hochtechnologie bedingt durch Förderdumping, bei low tec im Wesentlichen getragen durch die Arbeitskosten) ist diese Entwicklung kaum generell veränderbar – die Ausrichtung auf Spezialitäten scheint vor diesem Hintergrund ein angemessener Weg zu sein.

4.3 Unternehmenslandschaft und regionale Schwerpunkte

Die Unternehmenslandschaft im Vertiefungsbereich Elektronische Bauelemente ist aufgrund der großen Heterogenität dieses Bereichs von sehr unterschiedlichen Strukturen geprägt. Weiterhin ist die Überdeckung z.B. bei Halbleitern, EMS und elektromechanischen Bauelementen extrem gering - hier gibt es nahezu keine Unternehmen, die in mehr als einem der genannten Teilmärkte Produkte anbieten. Entsprechend wird hier auf eine allgemeine Darstellung der Unternehmenslandschaft verzichtet, sondern diese stattdessen im nachfolgenden Kapitel spezifisch für untersuchte Teilbereiche diskutiert.

Die regionale Verteilung der Beschäftigten im Fachzweig Elektronische Bauelemente weist gegenüber der Verteilung der Elektroindustrie insgesamt einige Spezifika auf, die einer genaueren Analyse bedürfen.

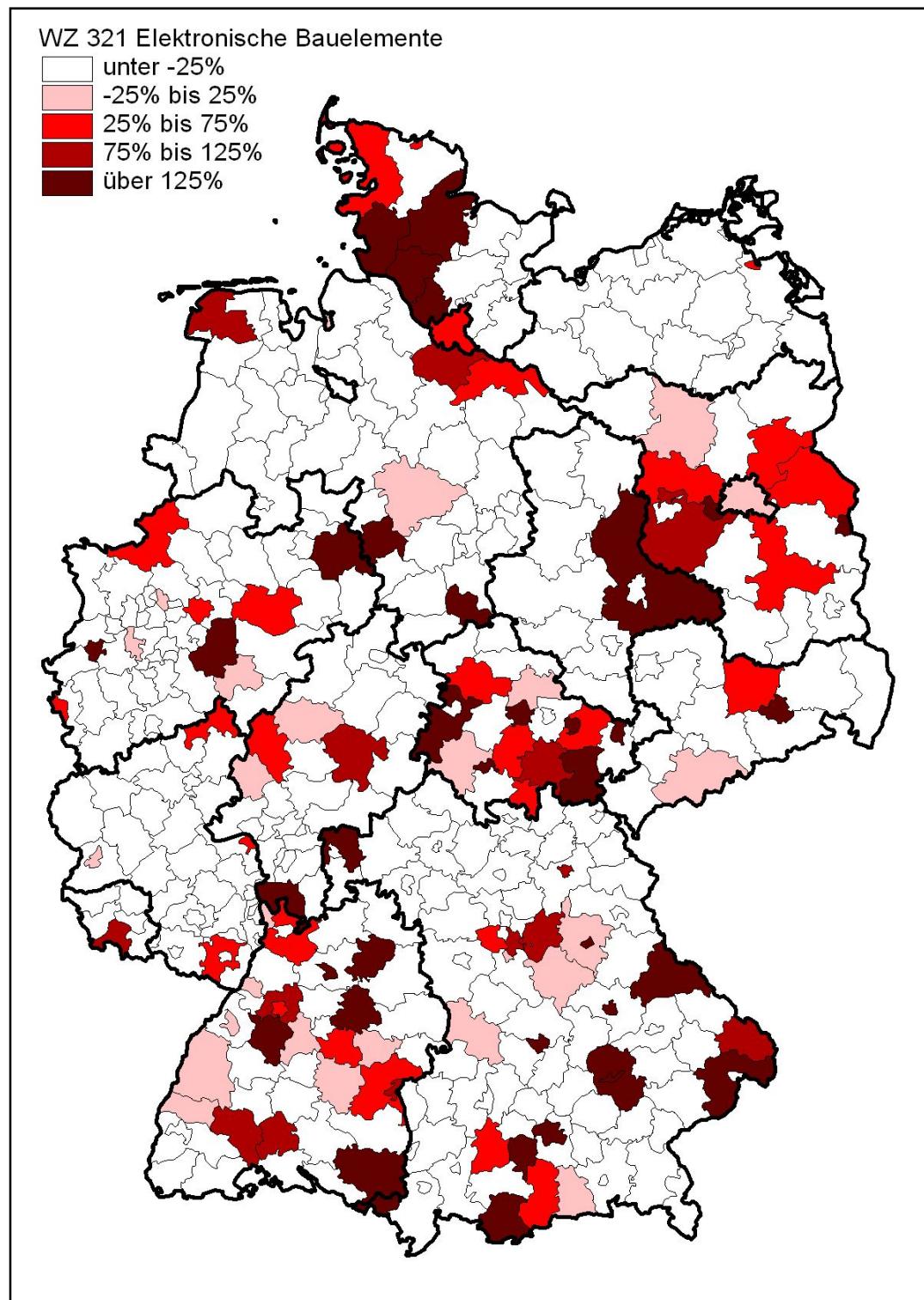
Augenfällig ist zunächst einmal, dass eine deutliche Konzentration der elektronischen Bauteile auf einige wenige Bundesländer vorhanden ist. Mit 34.062 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten dominiert Bayern – dort sind 36,3% aller Beschäftigten konzentriert. Es folgt Baden-Württemberg mit 21.819 Beschäftigten (23,2%), Sachsen mit 13.380 Beschäftigten (14,2%) und Nordrhein-Westfalen (11.925 Beschäftigte, 12,7%). Die vier Länder zusammen vereinen dabei 86,4% aller Beschäftigten im Fachzweig Elektronische Bauelemente.

Die regionale Verteilung basiert dabei in Teilen auf den generell vorhandenen industriellen Schwerpunkten. Dies gilt für Bayern, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen, wobei im letzteren Fall der Besatz im Verhältnis zu den industriellen Beschäftigten insgesamt unterdurchschnittlich ist.

Von dieser generellen Verteilungserklärung bestehen aber auch einige sehr deutliche Abweichungen. Dies betrifft insbesondere die Situation in Sachsen sowie weitere regionale Schwerpunkte in Thüringen, Schleswig-Holstein sowie in Bayern im Bayrischen Wald, die alle keine industriellen Schwerpunktregionen darstellen. Auch eine Erklärung über die Nähe zu für diesen Fachzweig besonders wichtigen Kunden scheidet aus: weder der Automobilbau, noch der Maschinenbau weisen eine ähnliche regionale Verteilung auf (vgl. Abb. 6).

Für Sachsen und Thüringen ist ein wesentlicher Faktor das Vorhandensein von qualifizierten Fachkräften aus der Zeit der DDR, da von den über 68.000 Beschäftigten des Kombinats robotron nur ca. 5% in unmittelbaren Nachfolgeunternehmen eine Beschäftigung fanden. Zusammen mit der Förderpolitik von Unternehmen aus dem Bereich elektronische Bauelemente mit Schwerpunkt auf dem Halbleiterbereich sowie dem geringeren Lohnkostenniveau gegenüber dem Westen Deutschland erklärt sich die regionale Verteilung in den neuen Bundesländern.

Abb. 73: Regionale Verteilung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten des Fachzweigs Elektronische Bauelemente (WZ 32.1) nach Landkreisen / kreisfreien Städten 2005 (bei einem Anteil von 100% entspricht der Beschäftigtenanteil in dieser Region dem bundesdurchschnittlichen Anteil) (eigene Berechnungen, Daten der Bundesagentur für Arbeit)



Für die große Bedeutung von Beschäftigten des Fachzweigs Elektronische Bauelemente in Teilen Schleswig-Holstein spielt die Förderkulisse die entscheidende Rolle. Hier wurde versucht, entlang der Ansiedlung von Motorola (mit inzwischen noch rund 200 Beschäftigten, von denen möglicherweise die Hälfte stark gefähr-

det ist) ein Elektronik-Cluster zu etablieren. Aufgrund der insgesamt geringen Bedeutung industrieller Aktivitäten ist allerdings die absolute Zahl der Beschäftigten relativ niedrig (2.388) und noch dazu aufgrund der weitgehenden Reduzierung des Motorola-Standorts in Flensburg vermutlich zumindest in Teilen gefährdet.

Eine besondere Situation erklärt die Konzentration im Bayrischen Wald. Hier hat sich eine Reihe von Unternehmen z.B. aus dem Bereich der EMS angesiedelt. Beispielsweise entfallen alleine auf ein Werk am Hauptsitz des Unternehmens Zollner in Zandt 2119 Beschäftigte (Stand 2007); hinzu kommen noch rund 1200 weitere Beschäftigte in anderen Werken, die im Landkreis Cham liegen. Dieser weist insgesamt 3890 Beschäftigten aus dem Fachzweig Elektronische Bauelemente auf (Stand 2005). Ein wesentlicher Standortvorteil ist hier die Randlage zu Tschechien, die zu günstigen Lohnkosten beiträgt.

4.4 Trends in Elektronischen Bauelementen: Vertiefung von Teilbereichen

4.4.1 Vorgehen

Insgesamt ist die statistische Binnendifferenzierung des Fachzweigs Elektronische Bauelemente schwierig. So ist zur WZ 32.1 Elektronische Bauelemente keine weitere Untergliederung auf 4-Steller-Ebene vorhanden; erschwerend kommt hinzu, dass auf der 3-Steller-Ebene nicht nur die Produktion von elektronischen Bauelementen, sondern auch in Teilen Installation und Reparatur mit erfasst werden. Trotz fehlender Binnendifferenzierung in der offiziellen Statistik ist diese extrem bedeutsam, da sich viele Teilbereiche der Elektronischen Bauelemente sehr unterschiedlich entwickeln und kaum Gemeinsamkeiten im Hinblick auf Märkte und Kunden, Technologien oder Produktionsanforderungen aufweisen.

Aufgrund dieser Lage wird im Folgenden auf Daten des ZVEI zurückgegriffen, der eine Binnendifferenzierung zumindest in vier Bereiche vornimmt. Für diese Bereiche liegen jedoch keine Umsatz- oder Beschäftigtenzahlen vor. Erhoben werden vom ZVEI lediglich Marktdaten für Deutschland, die zumindest eine grobe Charakterisierung der Größenverhältnisse und ihrer Entwicklung ermöglichen. Es ist allerdings klar, dass vom inländischen Marktvolumen nur sehr bedingt auf den Umsatz inländischer Unternehmen des Fachzweigs geschlossen werden kann. So dürften sich Importquoten sicher für verschiedene Produkte bzw. Produktgruppen unterscheiden: sie ist sehr hoch bei einfachen Bauteilen wie Widerständen (so dass mit dem inländischen Markt fast keine inländische Produktion verbunden ist) und eher gering bei speziellen Anwendungen im Bereich Integrierter Schaltungen und Platinen, die kundennahe Auftragsproduktion sind.

Im weiteren Verlauf wird für alle Bereiche die Marktgröße, ihre Aufteilung auf Abnehmerbranchen sowie die Entwicklung beider Größen dargestellt. Anschließend erfolgt eine kurze Vorstellung der Bereiche, in denen wesentliche (technologische) Entwicklungstrends, wichtige Unternehmen und die Bedeutung von Produkten und Märkten charakterisiert werden.

4.4.2 Übersicht über das Produktspektrum

Entsprechend der Vorgehensweise des ZVEI wird hinsichtlich des Fachzweigs Elektronische Bauelemente unterschieden zwischen Bauelementen und Baugruppen. Bei der Herstellung von Baugruppen handelt es generell um eine Form der Montage (von elektronischen Bauteilen, aber auch anderen Komponenten wie z.B. Motoren), die allerdings deutlich steigende Ansprüche aufweist (z.B. die Entwicklung von Prüfverfahren am Ende und Produktentwicklung oder Fragen des Layout am Anfang), so dass dieser Bereich auch hinsichtlich seiner technologischen Dynamik nicht unterschätzt werden sollte. Hinsichtlich der Bedeutung des Markts in Deutschland lassen sich die Baugruppen sowieso kaum unterschätzen. Während 2007 der deutsche Markt für Bauelemente 17,9 Mrd. € groß war, betrug das Marktvolumen für Baugruppen im selben Jahr 23,2 Mrd. (ZVEI 2007). Es ist zu vermuten, dass die Bedeutung der Produktion von Baugruppen in Deutschland höher ist als dies bei Bauteilen der Fall ist, da die Fertigung insbesondere auf dem EMS-Markt für Deutschland ganz überwiegend auch in Deutschland stattfindet. Grund dafür ist die hohe Bedeutung der Kundennähe. Somit dürfte – noch stärker als dies das Marktvolumen zeigt – die Produktion im Bereich Baugruppen eine deutlich größere Bedeutung haben als die von Bauelementen.

Innerhalb der Bauelemente differenziert der ZVEI zwischen

- Halbleitern,
- Passiven Bauelementen,
- Elektromechanische Bauelemente,
- Leiterplatten und
- Integrierten Schichtschaltungen

während die Baugruppen nicht weiter differenziert werden. Allerdings finden sich auch dort große Differenzen, die sich z.B. am Umfang der angebotenen Leistungen (einfacher Montagebetrieb bis zu seinem Systemanbieter) oder auch an der Stellung des Betriebs (Fertigungskonzernbetrieb bis hin zu einem EMS) erkennen lassen.

Gegenüber der Gliederung des WZ 32.10 gibt es einige Abweichungen: die elektromechanischen Bauelemente sind in der offiziellen Statistik nicht Teil des Fachzweigs Elektronische Bauelemente; gleiches gilt für eine größere Anzahl von Unternehmen, die der ZVEI den Baugruppen zuordnet und die offiziell häufig dort klassifiziert werden, wo das Konzernunternehmen beheimatet ist (z.B. in der Medizintechnik, der Prozesssteuerung oder dem Maschinenbau). Auf der anderen Seite sind in dem WZ 32.10 Produkte enthalten, die der ZVEI nicht als Bauteile oder Baugruppen fasst. Dies gilt für den inzwischen sehr unbedeutenden Bereich der Röhrenfertigung. Abb. 75 gibt einen Überblick über die Binnendifferenzierung der Bauelemente. Dabei zeigt sich, dass der Bereich Halbleiter mit 63,9% im Jahr 2008 mit Abstand der größte Teilmarkt in Deutschland ist. Mit sehr deutlichem

Abstand folgen die elektromechanischen Bauelemente (15,9%), die passiven Bauelemente (8,8%) und Integrierte Schichtschaltungen und Leiterplatten zusammengenommen mit einem Anteil von 11,5% (jeweils bezogen auf die Marktprognose für das Jahr 2008).

Insgesamt wächst der Markt für Bauelemente in Deutschland – 2007 um 0,5% und 2008 wurden 4,4% erwartet. Allerdings ist dieses Marktwachstum deutlich langsamer als das Wachstum des Weltmarkts, dort wurden für wesentliche Bereiche (Halbleiter und passive Bauelemente) in der Vergangenheit i.d.R. zweistellige Wachstumsraten erreicht.

Abb. 74 stellt die Produktgruppen des WZ der Klassifizierung des ZVEI gegenüber, nennt kurz Anwendungsbeispiele und weist auf die Bedeutung des jeweiligen Bereichs hin.

Abb. 75 gibt einen Überblick über die Binnendifferenzierung der Bauelemente. Dabei zeigt sich, dass der Bereich Halbleiter mit 63,9% im Jahr 2008 mit Abstand der größte Teilmarkt in Deutschland ist. Mit sehr deutlichem Abstand folgen die elektromechanischen Bauelemente (15,9%), die passiven Bauelemente (8,8%) und Integrierte Schichtschaltungen und Leiterplatten zusammengenommen mit einem Anteil von 11,5% (jeweils bezogen auf die Marktprognose für das Jahr 2008).

Insgesamt wächst der Markt für Bauelemente in Deutschland – 2007 um 0,5% und 2008 wurden 4,4% erwartet. Allerdings ist dieses Marktwachstum deutlich langsamer als das Wachstum des Weltmarkts, dort wurden für wesentliche Bereiche (Halbleiter und passive Bauelemente) in der Vergangenheit i.d.R. zweistellige Wachstumsraten erreicht.

Abb. 74: Bestandteile des WZ 32.10 (Elektronische Bauelemente) und deren Gliederung nach ZVEI (eigene Darstellung)

| Gliederung nach WZ | | Beispiel | Einschätzung | Gliederung nach ZVEI |
|--------------------------|---------------------------------------|--|--|--------------------------------|
| Gruppe | Untergruppe | | | |
| Bauteile | Röhren | Bildröhren | Unbedeutende Nische | Nicht enthalten |
| | Halbleiter | Dioden, Transistoren, lichtempfindliche Halbleiter, IC | Größter Bereich bei den Bauelementen Spezialanwendungen | Teil von Halbleiter |
| | Piezoelektrischen Kristalle | Für Feuerzeuge, Sensorik, Einspritzanlagen | Stark wachsend, Produktion in Deutschland | Teil von passiven Bauelementen |
| | Kondensatoren | Für alle Schaltungen, Stromspeicher | Für Spezialanwendungen Produktion in Deutschland (noch: Epcos) | Teil von passiven Bauelementen |
| | Widerstände | Für alle Schaltungen | Produktion in Deutschland nicht relevant | Teil von passiven Bauelementen |
| Schaltungen / Baugruppen | Leiterplatten / gedruckte Schaltungen | Für alle Schaltungen | Produktion von Spezialanwendungen mit Kundennähe in Deutschland | Leiterplatten |
| | Integrierte Schaltungen | Kundenspezifische Fertigung eines Chip | Geringe Bedeutung, schrumpfend | integrierte Schaltungen |
| | Bestückung | Alle Schaltungen inkl. Gehäuse und DL | (Leicht) Größer als alle anderen Bereiche zusammen, steigende Bedeutung (weniger OEM, besonders EMS) | elektronische Baugruppen |

Abb. 75: Entwicklung des Markts für elektronische Bauelemente in Deutschland 2006-2008 (Produkte in Mrd. €) (eigene Darstellung nach Daten des ZVEI)

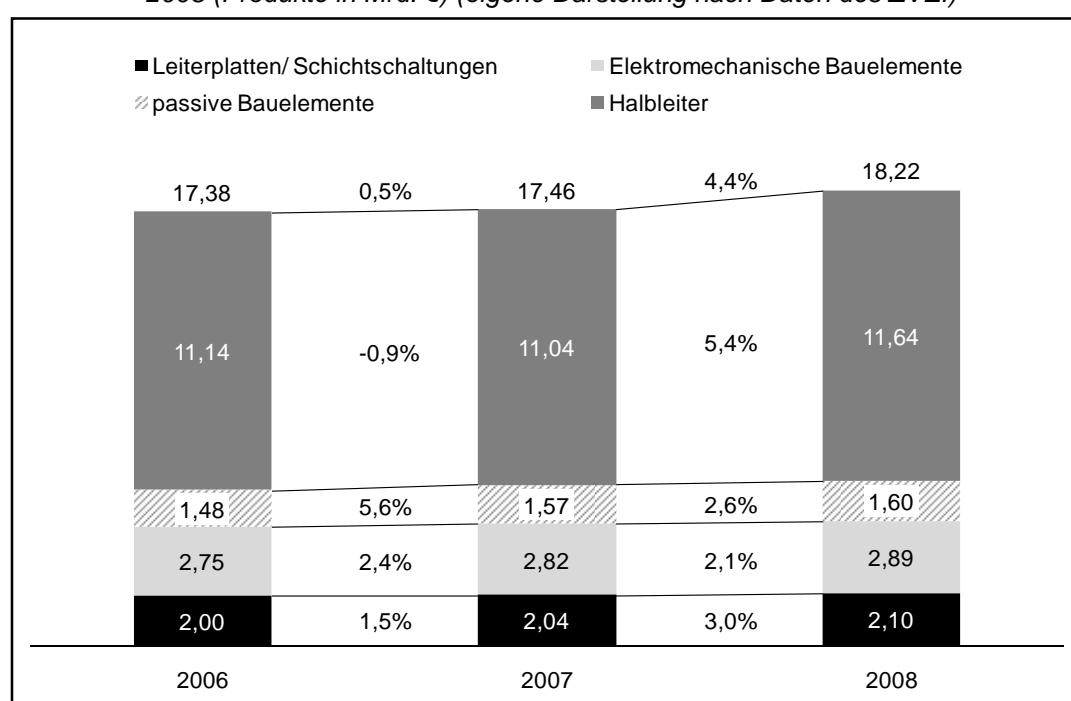
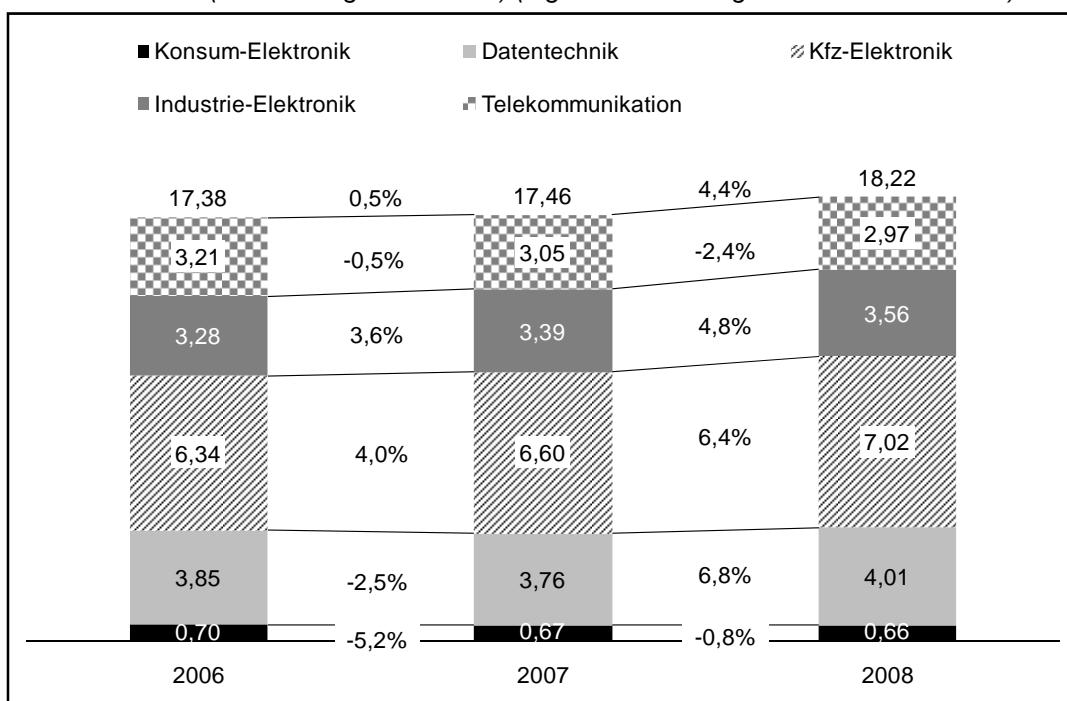


Abb. 76 verdeutlicht die Verteilung des Marktvolumens auf unterschiedliche Branchen bzw. Kundengruppen. Den größten Anteil hat die KFZ-Elektronik mit einem erwarteten Wert für 2008 von 38,5% und überdurchschnittlichen Zuwächsen in den letzten Jahren. Die Bedeutung dieses Segments ist dabei in Deutschland sehr viel höher als dies auf dem Weltmarkt der Fall ist. Gleiches gilt für das Segment Industrie mit einem Anteil von 19,5%. Im Vergleich zum Weltmarkt sehr viel geringer ist entsprechend die Bedeutung des Segments Telekommunikation (16,3%) und vor allem Konsum (3,6%). Diese Spezifität des deutschen Markts für Bauelemente (und ähnlich auch für Baugruppen) zieht sich durch alle Bereiche der Bauelemente durch und es finden sich auch deutliche Hinweise darauf, dass die deutsche Produktion im Wesentlichen ähnlich ausgerichtet ist. Entsprechend dieser besonderen Orientierung an den Segmenten KFZ und Industrie, die für deutlich mehr als 50% des Inlandsmarkts verantwortlich sind, ist die internationale Marktentwicklung der Bauelemente nur in Teilen bedeutsam für die deutschen Unternehmen. In sehr viel stärkerem Maße hängt ihre Lage von den beiden Hauptabnehmerbranchen und hier insbesondere der KFZ-(Zuliefer)-Industrie ab.

Abb. 76: Entwicklung des Markts für elektronische Bauelemente in Deutschland 2006-2008 (Anwendungen in Mrd. €) (eigene Darstellung nach Daten des ZVEI)



Im Folgenden wird die Situation bei den Bauelementen entsprechend der Binnen-differenzierung des ZVEI näher untersucht.

4.4.3 Bauelemente I: Halbleiter

Zu dem Bereich Halbleiter werden verschiedene Bauteile gezählt: die Spanne der **Anwendungen** reicht von Dioden (die z.B. in Gleichrichtern zum Einsatz kommen) über Speicherchips und Standard-Rechnerchips bis hin zu kundenspezifischen Funktionschips (mit z.T. stark gestiegener Komplexität).

Wesentliche Treiber der technologischen **Entwicklung** sind auf dem Weltmarkt die Erhöhung der Packungsdichte (und damit bisher eine Senkung der Kosten pro Leistungseinheit) sowie die Steigerung der Integration.

Die Senkung von Kosten durch Erhöhung der Packungsdichte ist der wesentliche Entwicklungstrend in der Halbleiterindustrie seit der Etablierung der generellen Strukturen integrierter digitaler Transistorschaltungen Mitte der 60er Jahre. Hier wurden extrem große Fortschritte erzielt, was sich eindrucksvoll an der Erhöhung der Leistungen von Computern zeigt. Bisher gingen beide Entwicklungen Hand in Hand: Eine Erhöhung der Packungsdichte von Transistoren durch eine Verkleinerung ihrer Größe führte zu einer Kostenreduktion pro Leistungseinheit, u.a. aufgrund des niedrigeren Siliziumverbrauchs. Da häufig die Abmessung der Bauteile gleich blieben und somit die Anzahl von (gleichartigen) Verarbeitungsvorgängen pro Zeiteinheit stieg, erhöhte sich ihre Leistungsfähigkeit deutlich. . Diese Verkleinerung der Halbleitergrundbausteine und die immer dichtere Integration auf einem Chip stoßen jedoch inzwischen an bereits erkennbare Grenzen des physikalischen Machbaren. Mittlerweile bewegen sich für einen Schaltvorgang in einem miniaturisierten Transistor nur noch wenige Elektronen, so dass eine weitere Verkleinerung in den Bereich der Heisenbergschen Unschärferelation vordringt. Dann wäre nicht mehr eindeutig zu bestimmen, ob sich ein Elektron tatsächlich bewegt hat und einen Schaltvorgang ausgelöst hat – eine Mehrdeutigkeit, der für eine Rechenoperation mit klarer ja/nein-Logik zu schweren Problemen führt. Zudem wird bei weiterer Verkleinerung die Grenze der Isolationseigenschaften der verwendeten Materialien erreicht, so dass Elektronen aus ihrem Schaltvorgang in einen benachbarten springen können – mit ähnlich verheerenden Ergebnissen wie beim Vorliegen der Heisenbergschen Unschärferelation, denn nun können korrekte 0/1-Zustände nicht mehr garantiert werden.

Wie diese sichtbare Grenze überschritten werden soll, ist noch offen. Möglicherweise bedeutet dies das Ende des dominierenden Rechnertyps, denn analoge Computerkonzepte könnten mit solchen ‚Unschärfen‘ deutlich besser umgehen. Ggf. zeichnet sich hier aber auch ab, dass das Material Silizium durch andere Materialien, ggf. auch durch Biochips ersetzt werden muss. Als weitere Lösung reicht in kürzerer Perspektive ggf. eine deutliche Veränderung der Prozesstechnik aus, um die Grenze der Isolationseigenschaften weiter hinauszuschieben. Denn eine unterschiedliche Fertigung verschiedener Teile eines Chips mit differenzierter Miniaturisierungsgrad könnte hier zu einer Problemlösung führen. So kann die Miniaturisierung im Bereich sehr kleiner Ströme weiter vorangetrieben werden, während eine geringe Miniaturisierung bei stärkeren Strömen und stärkerer thermischer und/oder mechanischer Belastung das Isolationsproblem verringert. In allen drei Lösungsrichtungen sind vielfältige, sehr wahrscheinlich kostenträchtige Innovationen notwendig. Dies könnte dazu führen, dass selbst im Falle eines Einführungserfolgs, der die weitere Miniaturisierung ermöglicht, diese aber (deutlich) kostenerhöhend sein kann.

Mit dem bereits eingeschlagenen Weg einer differenzierten Miniaturisierung je nach Belastungssituation ist zu erkennen, dass die Verbindung zwischen Produktion und Design wieder stärker wird. Entsprechend ist eine Konzentration auf die reine Produktion, wie sie bisher in Teilen stattgefunden hat, zumindest im Hochtechnologiebereichen kaum mehr möglich, da das Chip-Design auf die konkreten

Produktionsmöglichkeiten abgestimmt werden muss. Dies hat z.B. schon dazu geführt, dass die foundaries (Auftragsfertiger von Chips) zunehmend Kompetenzen entwickeln oder zulaufen, die das Design von Chips ermöglichen. Dabei geht es insbesondere darum, spezifisches Wissen im Form von rekombinierbaren Standardelementen in Libraries aufzubauen. Diese Libraries stellen häufig das entscheidende Wissenspotential der Halbleiterentwickler dar, da in diesen Bibliotheken die unternehmensspezifischen Lösungsansätze für bereits bearbeitete Probleme abgelegt sind und spezifische Neuentwicklungen von Chips in bedeutsamem Umfang durch Kombination der Elemente in den Libraries realisiert werden. Neben der vertikalen Integration der foundaries, die zu ihrem Fertigungswissen Designwissen aufbauen, ist auch ein Zurückwandern der Produktion an die Entwickler vorstellbar, bisher aber noch nicht zu beobachten. Allerdings hat es an der Spitze des Miniaturisierungsprozesses – und hier insbesondere bei Intel – eine solche Trennung von Design und Produktion nie gegeben – hier spielte die produktionstechnische Umsetzung des Designs schon immer eine große Rolle, so dass ein Großteil der Innovationsleistung in der Produktionstechnologie zu finden ist, die entsprechend nicht aus der Hand gegeben wird.

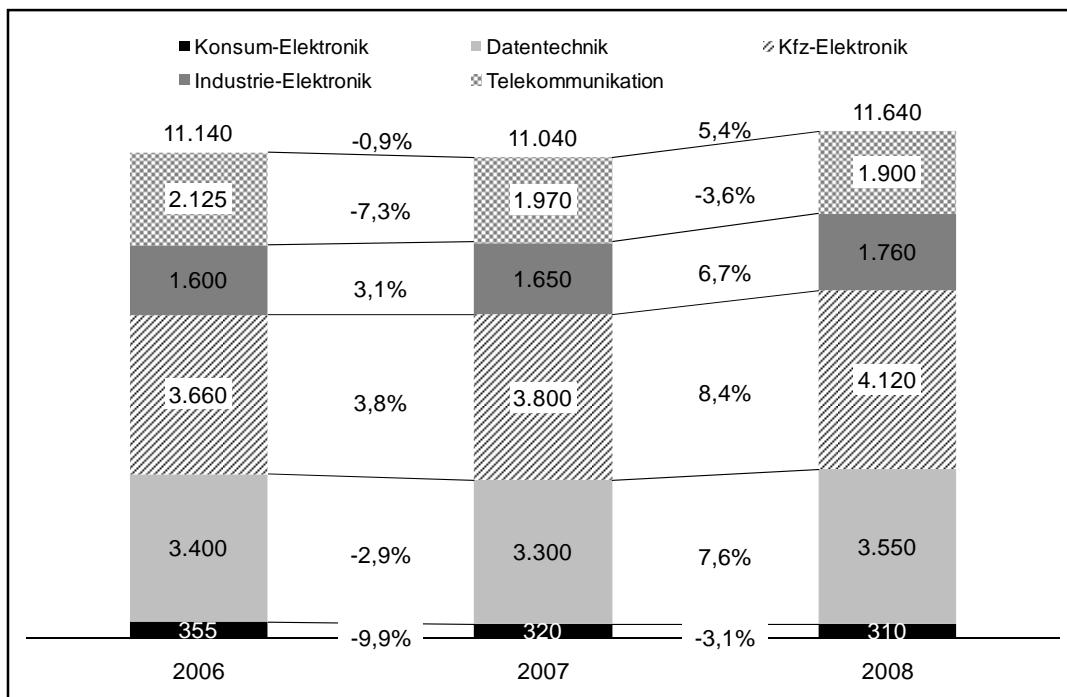
Der Trend der Miniaturisierung, der die 70er bis 90er Jahre stark beherrscht hat, ist geprägt durch die Integration gleichartiger Elemente. Hier wurden Transistoren für Schaltvorgänge immer dichter gepackt mit dem Resultat einer Erhöhung der Rechenleistung des ICs. Inzwischen sind viele Anwendungsfelder hinzugekommen, die neben der (auskömmlichen) Rechenleistung weitere Leistungsmerkmale benötigen, die nicht durch Integration gleichartiger Teile erreicht werden können. Eine solche Integration unterschiedlicher Elemente betrifft insbesondere den Bereich der Elektronik. Anforderungen z.B. aus der Signalübertragung (etwa bei Handys) führen dazu, dass die Verarbeitung von Höchstfrequenzen im Chip möglich werden soll und analoge oder mixed (analog und digital) Schaltungen im Chip den Signalein- und -ausgang sowie seine Bearbeitung (z.B. Filterung) ermöglichen. Auch die Differenzierung zwischen Leistungs- und Rechenelektronik in einem Chip ist ein Schritt in Richtung Integration unterschiedlicher Bauteile. Neben dem Elektronikbereich betrifft die Integration auch die Elektromechanik (hier z.B. Schalter und Sensoren) bis hin zu Gehäuse. So integriert die Mikrosystemtechnik Chip und Gehäuse zu einem einbaufähigen Bauteil – z.B. zu einem Reifendrucksignalgeber in einem Autoventil. Eine solche Integration geht häufig einher mit einer stärkeren Kundenspezifik des Produkts, so dass die Massenproduktion für anonyme Märkte weniger im Zentrum steht.

Die Folge dieser zunehmenden Tendenz zur Integration unterschiedlicher Teile ist eine wesentliche Zunahme der Komplexität, die deutlich über den Anforderungen einer Miniaturisierung gleichartiger Teile liegen kann. Entsprechend sind gegenwärtig viele Zwischenschritte zu erkennen, die zwar differenzierte Integration mit Kundenspezifik betreiben, gleichzeitig aber die Skalenvorteile von Massenproduktion nutzen wollen. So werden Systeme in packages entwickelt, die eine Kombination von mehreren Standardchips, die ggf. in differenzierten Produktionsverfahren mit unterschiedlichem Miniaturisierungsgrad hergestellt werden, in einem Chip sind.

Der Blick auf die Segmente des **Markts** macht deutlich (Abb. 77), dass wie bei den Bauelementen insgesamt die KFZ-Halbleiter mit einem Anteil von 35,3% am

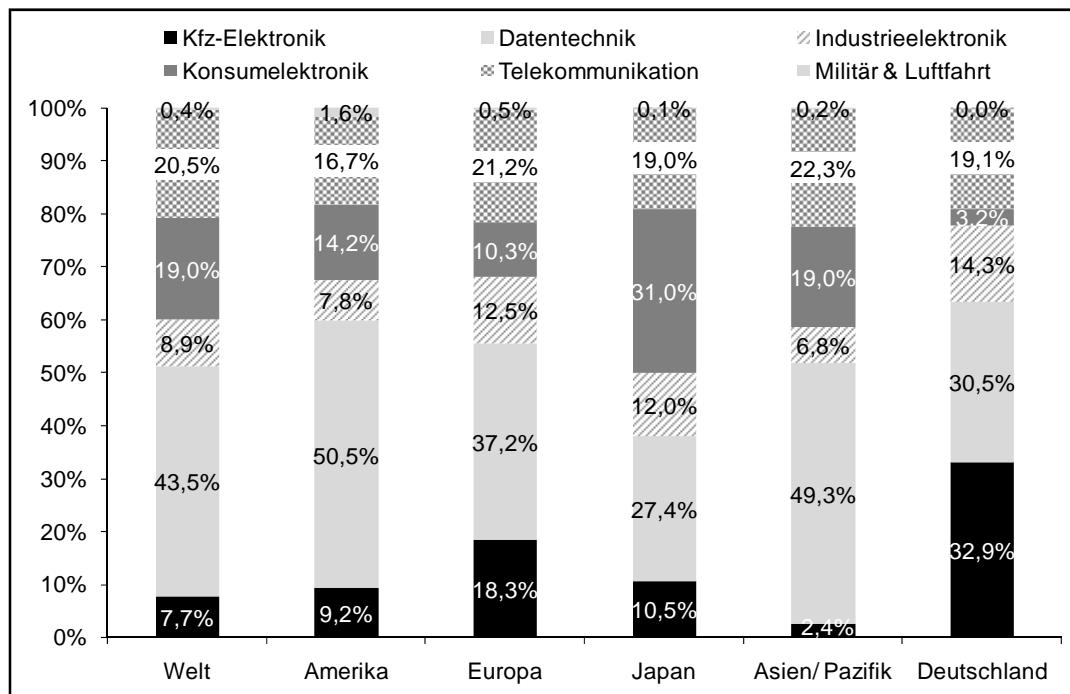
gesamten erwarteten Marktvolumen für Halbleiter in Deutschland im Jahr 2008 den größten Anteil haben. Zusammen mit dem Industrie-Segment (15,1%) sind beide Segmente für über 50% des Marktvolumens verantwortlich.

Abb. 77: Entwicklung des Marktes für Hauptleiter Bauelemente in Deutschland 2006-2008 (Anwendungen in Mio. €) (eigene Darstellung nach ZVEI)



Vergleicht man diese Bedeutung mit dem Anteil beider Segmente am Weltmarkt, so wird die spezielle Marktsituation in Deutschland deutlich (Abb. 77). Der Halbleiterabsatz im Segment KFZ hat Weltweit im Jahr 2006 lediglich einen Anteil von 7,7%; in Deutschland ist dieser Anteil um 327% höher. Das Segment Industrie ist in Deutschland um 61% bedeutsamer als im Vergleich zum Weltmarkt. Eine im Vergleich zum Weltmarkt besonders geringe Bedeutung hat das Konsumsegment: Hier ist die Bedeutung für den deutschen Markt um 494% geringer. Die unterschiedliche Bedeutung der Segmente gilt dabei – in der Richtung – auch im Vergleich des europäischen und des deutschen Marktes: KFZ und Industrie sind in Europa weniger bedeutsam und Konsum von größerem Gewicht. Diese Ausrichtung insbesondere auf das KFZ-Segment hat konjunkturell wie momentan zu sehen ist erhebliche Probleme und wird den Bereich Halbleiter deutlich treffen. Die mittel- bis langfristigen Wachstumsperspektiven des KFZ-Markts und hier insbesondere des Elektronikanteils können durchaus eine Spezialisierung begründen. Wesentliche Treiber des Elektronik - und hier insbesondere des Halbleitereinsatzes ist das Antriebsmanagement (Motormanagement, aber auch Kraftübertragung und Stabilisierung unterschiedlicher Art), Sicherheitssysteme (die stark mit dem Antriebsmanagement zusammenhängt, hardwareseitig aber noch nicht sehr stark integriert ist) und Komfortaspekte. Es wird dabei erwartet, dass der KFZ-Halbleitermarkt mehr als doppelt so schnell wächst wie der KFZ-Markt und damit auch noch schneller als der KFZ-Elektronikmarkt (ZVEI 2007: 37).

Abb. 78: Struktur des Mikroelektronikmarkts 2006 nach Anwendungssegmenten (eigene Darstellung nach ZVEI)



Dieser Blick auf die Verteilung der Marktsegmente in Deutschland und auf dem Weltmarkt deutet schon einen bedeutsamen Unterschied beider Märkte an, der sich in der Unternehmenslandschaft und ihrem Produktionssystem wiederholt.

Die Situation auf dem Weltmarkt lässt sich folgendermaßen charakterisieren:

- Halbleiterprodukte sind eine Schlüsselindustrie für viele andere Elektronikanwendungen. Viele Entwicklungen in anderen Bereichen (sei es auf der Ebene der Bauelemente oder der Fertigwaren) lassen eine ausgeprägte, nachlaufende Koevolutionsbeziehung mit wichtigen Etappen der Halbleiterentwicklung erkennen. Weiterhin gelten Halbleiterprodukte auch aus diesem Grund als Markttöffner für andere Produkte aus dem Bereich Elektronik. Da eine genaue Abstimmung zu anderen Bauteilen aufgrund des Koevolutionszusammenhangs wichtig ist, zieht die Wahl eines Halbleiterprodukts gegebenenfalls die Auswahl spezifischer weiterer Komponenten (desselben Herstellers oder eines Herstellers aus dem Koevolutionscluster) nach sich.
- Die Herstellung von Halbleitern ist durch hohe Fixkosten geprägt. Dies ist einerseits bedingt durch eine große Bedeutung von FE-Kosten (die international bis zu 20% des Umsatzes ausmachen), die zeigen, dass es sich um eine hochinnovative Branche im starken Wettbewerb handelt. Hinzu kommen Fixkosten der Fertigung, die bis zu 25% des Umsatzes ausmachen können. Dies deutet darauf hin, dass ein Teil der Innovationsleistungen nicht im Produkt selbst, sondern in seiner Produktionstechnologie steckt. Wesentliche Miniaturisierungsschritte oder auch Fortschritte bei der Integration von verschiedenen Funktionstypen sind immer davon abhängig, dass die entworfenen Schaltungen auch produziert werden können und die in beiden Fällen stets bestehenden produktionstechnischen Hürden überwunden werden. Ein Fixkostenanteil

von zusammengenommen möglicherweise über 50% macht die Industrie zu einer besonders kapitalintensiven und führt zu Kostenstrukturen in der Nähe eines natürlichen Monopols.

- Die Nachfrage nach Halbleitern ist stark zyklisch. Erstens reagiert die Nachfrage entsprechend der allgemeinen Konjunkturentwicklung, zweitens ist sie von Sonderkonjunkturen betroffen (wie dem Platzen der Internetblase 2000/2001) und drittens treffen auf einzelne Bauteile oder Produktlinien noch gesonderte Nachfrageschwankungen z.B. aufgrund von technologischen Veränderungen.
- Es besteht die Gefahr von Preiskämpfen. Ein hoher Fixkostenanteil führt dazu, dass ein geringer Handlungsspielraum bei den Unternehmen besteht, wenn sich die Nachfrage verringert. Ein Großteil der Kosten ist mengenunabhängig, so dass eine Drosselung der Produktion keine wesentliche Entlastung darstellt, da die Fixkosten weiter bestehen. Auch eine Schließung der Produktion kommt kaum in Frage, da größere Teile der Fixkosten versunkene Kosten darstellen. Dies gilt sowohl für die F+E- als auch für die Anlagenkosten. Bei Produktionsschließung sind die getätigten F+E-Kosten kaum zu verwerten, da allenfalls bestehende Patente verkauft werden könnten, ein bedeutsamer Teil der Forschungs- und Entwicklungsleistung aber im Unternehmen und seinen Beschäftigten steckt (tacit knowledge) und nicht am Markt veräußert werden kann. Ähnliches gilt für die Produktionsanlagen. Diese sind häufig sehr spezifisch auf das jeweilige Produkt ausgelegt und relativ stark mit dem Wissen der Bediener und Entwickler verknüpft, so dass nur Standardteile, nicht aber die spezifische Produktionstechnologie problemlos verkauft werden kann. Entsprechend dieser Situation gibt es für solche Halbleiterunternehmen bei einem Nachfrageeinbruch faktisch die Optionen „Schließung“ oder „Zurückfahren der Produktion“ nicht. Statt dessen sind häufig Preiskämpfe zu beobachten, dass es aus Sicht der Unternehmen kurzfristig rational ist, ihre Preise bis auf die (niedrigen) variablen Kosten zu senken, um so eine größere Nachfrage auf sich zu ziehen und immerhin noch einen Deckungsbeitrag zu erwirtschaften.
- Die Halbleiterindustrie ist geprägt durch eine sehr große Entwicklungsdynamik sowie geringe Produktlebenszeiten. Die hohe Entwicklungsdynamik zeigt sich wie erwähnt schon in den hohen F+E-Aufwendungen. Anders als beispielweise die Pharmaindustrie mit einem vergleichbar hohen F+E-Ausgabeanteil ist allerdings der Produktlebenszyklus sehr kurz und beträgt kaum mehr als zwei Jahre. In dieser kurzen Zeit entscheidet es sich, ob sich die Investitionen in die Anlagen und – in Teilen – die F+E-Kosten für ein Produkt gelohnt haben. Fällt in diese Zeit ein allgemeiner oder sonderkonjunktureller Abschwung, benötigen Unternehmen einen langen Atem, um trotz Verlusten in der nächsten Entwicklungsrunde weiterhin vertreten zu sein.
- Eine deutliche Globalisierung der Produktion ist zu erkennen. Diese Globalisierung ist aber weit weniger als in anderen Branchen eine Folge typischer internationaler Arbeitsteilung, indem z.B. niedrige Lohnkosten für die Herstellung arbeitsintensiver Produkte genutzt werden. Wesentliche Kostenblöcke sind ja die (international vergleichbar hohen) Anlagekosten sowie die F+E-Kosten. Hierbei spielt aber auch in besonderem Maße das verfügbare Qualifikationsniveau eine wichtige Rolle. Entsprechend spielen bei der Standortwahl zwar das Qualifikationsprofil, aber nur in eingeschränkterem Umfang die Ar-

beitskosten eine Rolle. Mit großem Abstand wichtigster Standortfaktor bei der (Massen-)Produktion von Halbleitern ist hingegen inzwischen der Subventionsumfang. Aufgrund der angenommenen Türöffnerfunktion der Halbleiter gilt die Ansiedlung ihrer Produktion in vielen Staaten als äußerst attraktiv und wird entsprechend hoch subventioniert. Zu beobachten ist ein regelrechter Subventionswettlauf, der zu Subventionscaravanen führt, die von einem Produktionsland zum nächsten wandern.

Die Situation in Deutschland weicht mit Ausnahme der Massenfertiger (Infineon / Qimonda und AMD) sehr erheblich von der Weltmarktsituation ab.

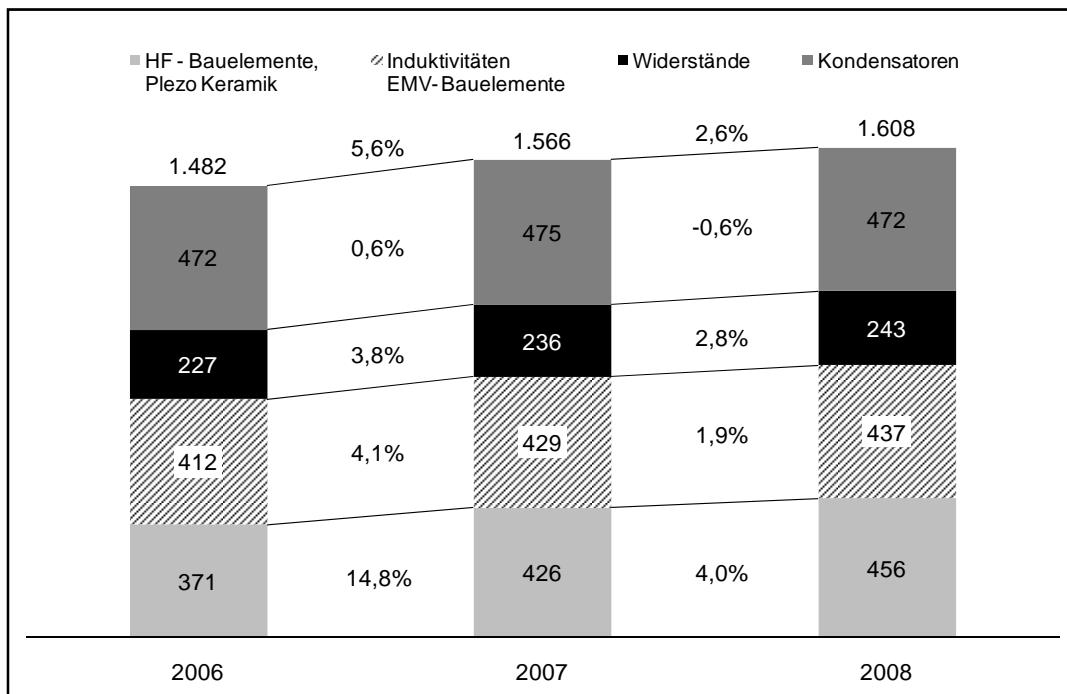
- Die Entwicklungsdynamik insbesondere bei der Miniaturisierung ist deutlich gebremst. Zu erkennen ist ein geringeres Entwicklungstempo insbesondere bei solchen Innovationen, die Sprünge z.B. bei der Anlagentechnik erforderlich machen. Vielmehr dominieren schrittweise Verbesserungen, die z.T. auch nicht über eine geänderte Produktion, sondern z.T. durch Integrations- oder Softwareänderungen erreicht werden. Entsprechend ergeben sich längere Produktlebenszeiten eines Grundtyps, der über seine Lebenszeit mehrfach modifiziert oder auf andere Anwendungen adaptiert wird. Somit liegen insbesondere Mittelständlern mit Blick auf das Produkt-Produktionssystem in Teilen 3-5 Entwicklungsschritte hinter der Weltmarktentwicklung zurück.
- Fertigung findet vor allem für spezifische Kunden statt. Während die Weltmarktpproduktion in großen Teilen für einen anonymen Markt stattfinden und echte Auftragsproduktion eine Ausnahme darstellt, spielt der Bezug zum Anwender und gegebenenfalls auch seine räumliche Nähe für die deutsche Halbleiterproduktion eine große Rolle. Dadurch lässt sich auch eine verringerte Volatilität erreichen, da mit Kunden häufig langfristige (exklusive) Lieferverträge bestehen, so dass Phänomene wie wegbrechende Nachfrage und entsprechende Preiskämpfe eher selten zu beobachtende Phänomene sind. Insofern handelt es sich bei vielen Halbleiterunternehmen in Deutschland um Nischenanbieter mit hoher Spezialisierung (auf Kunden, Technologien oder Produkte).
- Die Nachfrage weicht systematisch vom Weltmarkt ab. Wie schon gesehen, dominiert in Deutschland die Nachfrage aus der Automobilindustrie mit einem Anteil von ca. 1/3; damit ist dieser automobile Halbleitermarkt mit erwarteten 5,4 Mrd. \$ (2008) deutlich größer als Nord- und Südamerika (3,6 Mrd. \$) oder Asien/Pazifik (4,6 Mrd. \$). Eine ähnliche Spezialisierung ist auch bei der Produktion zu erkennen.

4.4.4 Bauelemente II: Passive Bauelemente

Der Bereich der passiven Bauelemente ist vermutlich derjenige mit der intern weitesten Spanne hinsichtlich wirtschaftlicher Lage, wesentlicher technologischer Trends und Entwicklungsperspektiven von Unternehmen. Hierzu werden unterschiedliche Bauelemente gezählt wie z.B. Kondensatoren, Induktivitäten (Spulen) oder Widerstände.

In Abb. 79 ist zu sehen, dass die drei Teilbereiche Kondensatoren, Induktivitäten und HF-Bauelemente/Piezo-Keramik ungefähr gleich groß sind, auch wenn der zuletzt genannte in den letzten Jahren am stärksten gewachsen ist. Mit einem Marktzugwachs von 14,8% im Jahr 2007 kann dieser Teilbereich durchaus als ein technologisch besonders dynamisches Feld klassifiziert werden. Der Markt für Widerstände ist hingegen deutlich kleiner – anders als in den anderen Teilbereichen findet hier in Deutschland keine Produktion in relevantem Umfang statt.

Abb. 79: Entwicklung des deutschen Marktes für Passive Bauelemente 2006-2008 (Produkte in Mio. €) (eigene Darstellung nach ZVEI)

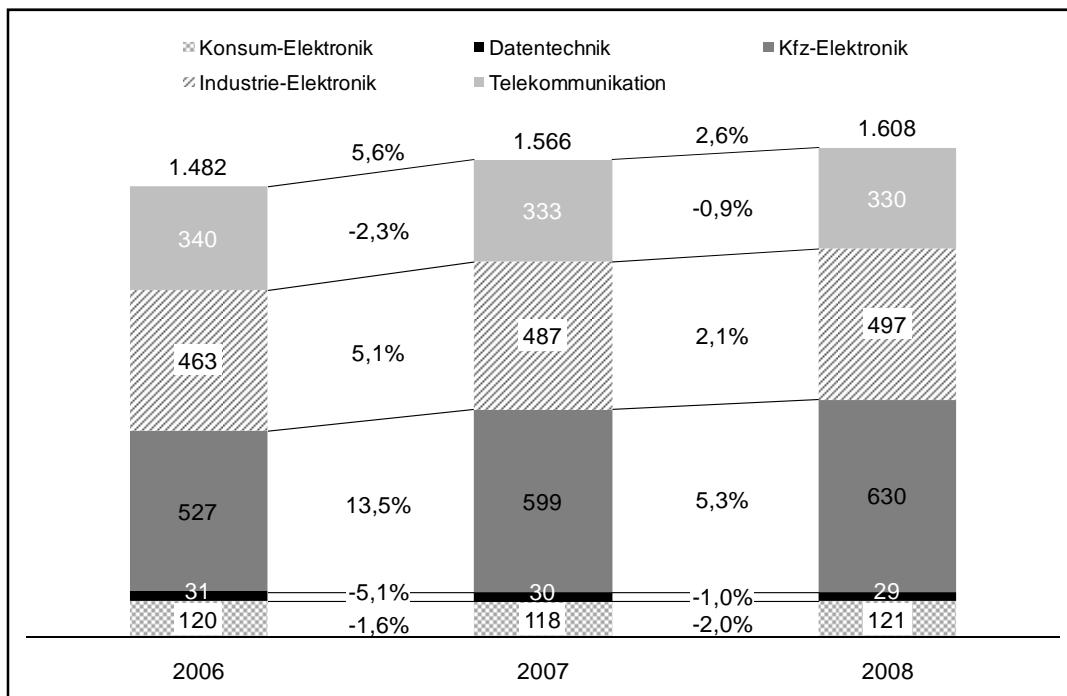


Der Blick auf die Marktsegmente (Abb. 80) macht deutlich, dass auch hier, wie bei den Halbleitern, das KFZ-Segment dominiert (erwarteter Anteil 2008: 39,2%) und seit 2006 um 18,8% wachsen soll. An zweiter Stelle folgt das Industriesegment (30,9%), während die Datentechnik nahezu keine, das Konsumsegment eine kleine und die Telekommunikation (insbesondere durch Oberflächenwellenfilter zur Frequenzfilterung) eine recht gewichtige Rolle spielt.

4.4.4.1 Sehr deutliches Wachstum besonders bei HF-Bauelementen / Piezo-Keramik

In besonderem Maße geprägt ist die Dynamik dieses Teilbereichs durch die Entwicklung des Einsatzes von Piezokeramik. Diese keramischen Bauteile werden eingesetzt z.B. für die Sensorik, zum Schalten, als Spannungswandler (mit kleinen Abmessungen) oder als Lautsprecher (z.B. für Handys).

Abb. 80: Entwicklung des deutschen Marktes für Passive Bauelemente 2006-2008 (Anwendungen in Mio. €) (eigene Darstellung nach ZVEI)



Piezokeramik zeichnet sich dabei in all diesen **Anwendungen** dadurch aus, dass mit ihrer Hilfe eine Umwandlung von elektrischer in mechanische Energie möglich ist – und dies in beiden Richtungen und bei sehr kleiner Abmessung des Bauteils. Das piezoelektrische Prinzips beruht dabei darauf, dass die Keramik bei Druck Strom produziert, da hierdurch Elektronen aus ihrer Ruhelage „gedrückt“ werden. Dieser Effekt wird schon relativ lange für die Sensorik genutzt, findet aber auch z.B. im elektronischen Feuerzeug oder fand früher bei Plattenspielernadeln Anwendung. Dieser piezoelektrische Effekt lässt sich auch umkehren: bei angelegter Spannung entsteht Bewegung (die z.B. zum Öffnen von Einspritzventilen genutzt werden kann). Solche Aktuatoren können dort Verwendung finden, wo bisher Magnete oder Elektromotoren zum Einsatz kamen oder aber Stellvorgänge aufgrund der benötigten kleinen Abmessungen nicht elektrisch möglich waren (z.B. Bewegung von Pantografen bei Modelleisenbahnlokomotiven).

Der Einsatz von Keramik bei elektronischen Bauelementen geht allerdings noch weiter. Ein sehr wichtiges Anwendungsfeld, das einen großen Anteil am Marktvolume in diesem Teilbereich hat, sind Oberflächenwellenfilter (OWF, engl. SAW surface acoustic wave filter). Dies sind Mittelfilter, die ein sehr enges, definierbares Frequenzband durchlassen und entsprechend alle störenden Frequenzen ober- und unterhalb abschneiden. Sie sind gut geeignet für alle Übertragungstechniken (wie Mobilfunk, WLAN, Bluetooth, Infrarot etc.), um die Übertragungsfrequenz herauszufiltern. Daneben findet Keramik noch Einsatz z.B. als Varistoren, die dem Schutz vor Überspannung dienen. Dies ist insbesondere bei mobilen empfindlichen Geräten bedeutsam, da im mobilen Einsatz spezifische Belastungen auftreten (z.B. statische Aufladungen produzierende Reibung), gleichzeitig aber etablierte Gegenmaßnahmen (wie z.B. das Erden des Geräts) nicht möglich sind. Entsprechend entwickelt sich die Nachfrage nach Varistoren gleichlaufend

positiv mit der Zunahme mobiler empfindlicher Geräte wie Notebooks, Handys oder mp3-Playern.

Wesentliche **technologische Entwicklungsrichtungen** betreffen insbesondere den Einsatz von Piezokeramik in Einspritzsysteme. Während bisher vor allem Dieselmotoren mit piezokeramischer Einspritzung ausgerüstet wurden, ist inzwischen ein zunehmender Einsatz bei Benzinmotoren zu verzeichnen, da insbesondere in den USA in dieser Hinsicht ein großer Nachholbedarf besteht. Aufgrund der sehr guten Steuerbarkeit der Ventilöffnung und der im Vergleich zu den bisherigen Magnetstellern deutlich schnelleren Reaktionszeit ist mit Piezokeramik ein viel genaueres Dosieren und damit ein besseres Motormanagement möglich, so dass sich geringere Verbräuche und reduzierte Umweltveränderungen ergeben.

Viele der Einspritzsysteme sind schon marktreif; eine wesentliche zukünftige Entwicklungsrichtung beschäftigt sich damit, den Aufwand zur Erreichung des notwendigen Steuerwegs für die Ventilsteuerung zu reduzieren. Ein bedeutender Entwicklungspfad ist dabei die Weiterentwicklung von Vielschichttechnologie: Aufgrund der geringen Längenänderung der Piezokeramik insbesondere bei niedrigen Bordnetz-Spannungen (die Längenänderung ist stark spannungsabhängig) sind entsprechend viele Keramiklagen notwendig. Für ein Ventil sind dies gegenwärtig bis zu 1800 Schichten, die dauerhaft haltbar aufgebracht werden müssen. Entsprechend kommt der Beherrschung von Vielschichtverfahren besonders im KFZ-Bereich ohne einfache Möglichkeit der Spannungserhöhung eine Schlüsselrolle bei der Produktion solcher Stellsysteme zu. Daneben spielt die Entwicklung neuer Werkstoffe (z.B. Verwendung von Nanotechnologie oder von Keramiken mit stärkerer Längenausdehnung) sowie die Kombination unterschiedlicher Materialien eine wichtige Rolle bei zukünftigen Entwicklungsaufgaben.

Die Entwicklungsrichtung bei Oberflächenwellenfiltern (OWF) orientiert sich stark an den Trends Miniaturisierung und Komplexitätserhöhung, wie sich auch aus dem Bereich der Halbleiter bekannt sind. So reduzierte sich zwischen 2000 und 2005 die Baugröße eines Standard-OWF bezogen auf das Volumen um über 1100% von 9,9 mm³ auf 0,77 mm³. Dieser Miniaturisierungstrend wird vermutlich auch zukünftig weitergehen. Mit Blick auf die Komplexitätserhöhung ist zu erkennen, dass für OWF zunehmend die gleichzeitige Beherrschung verschiedener Frequenzen wichtig ist, so dass keine Duplexer mehr notwendig sind. So ist dann z.B. der gleichzeitige Empfang von GSM und UMTS (ggf. auch ihrer jeweiligen Unterstandards) möglich. Ggf. ist auch eine Integration anderer Frequenzbereiche (z.B. WLAN) möglich, so dass sich der Trend einer beständigen Zunahme von OWF insbesondere in Handys, die dem wachsenden verwendeten Frequenzspektrum geschuldet war, umkehren könnte. Weiterhin besteht eine Tendenz zur Integration von Funktionen, die über den Filter hinausgehen und z.B. Verstärker oder die Antennenschaltung miteinbeziehen. Hierbei ist dann zu fragen, ob diese Integrationsleistung durch einen OWF-Hersteller, durch die bisherigen Hersteller der anderen Komponenten oder ggf. gar durch einen Dritten erfolgen wird.

Der Blick auf die relevanten **Märkte** zeigt, dass das Wachstum im Segment KFZ in besonderem Maße getrieben ist von der Entwicklung bei den Einspritzsystemen. Bei Epcos, einem der größten Anbieter solcher Systeme, haben Einspritz-

systeme 2007 zu einem Umsatzwachstum von 90% geführt. Aufgrund der erst beginnenden Erschließung des Anwendungsfelds Benzinmotoren erscheint ein sehr deutliches weiteres Wachstum aufgrund dieses strukturellen Umbruchs von der Magnet- zur piezokeramischen Steuerung möglich. Weitere wichtige Einsatzfelder von elektrischen Keramikbauteilen sind Varistoren zur Spannungsbegrenzung, Sensoren sowie Schaltfunkentstörer für Xenon-Scheinwerfer, deren höchste Wachstumsraten aber vermutlich schon in der Vergangenheit liegen, da wesentliche Automobilsegmente bereits erschlossen sind.

Der zweite bedeutsame und zunehmend wichtiger werdende Teilmarkt ist der Einsatz von Keramik im Bereich portabler Multimediasysteme. Dies betrifft Varistoren zur Spannungsbegrenzung sowie besonders kleine Piezo-Spannungswandler (anstelle von Induktivitäten) und Piezo-Lautsprecher. Von besonderer Bedeutung sind hier jedoch Oberflächenwellenfilter mit (noch) stark steigender Nachfrage aufgrund der engen Kopplung zwischen steigender Anzahl an Nutzfrequenz eines Geräts (verschiedene GSM- und UMTS-Bänder, WLAN, Bluetooth, GPS, ...) und der jeweils erforderlichen eigenen Filterung.

Die **Unternehmen- und Produktionslandschaft** bei HF-Bauelementen (wie insbesondere OFW) und Piezo-Keramik wird in beiden Fällen stark geprägt durch das Leitunternehmen Epcos. Für 2007 wurde mit keramischen Bauelementen ein Umsatz von 517 Mio. € und für Oberflächenwellenfilter zusätzlich von 398 Mio. € erzielt, so dass das vom ZVEI ausgewiesene Marktvolumen von 426 Mio. € deutlich überschritten wird. Die Fertigung von Einspritzsystemen, die für den Bereich der keramischen Bauelemente sehr bedeutsam ist, findet in Deutschlandsberg, Österreich, statt – hier besteht aufgrund der Möglichkeit zur Großserienfertigung (z.B. für VDO und Bosch) ein deutlicher Vorteil gegenüber kleineren Herstellern. Die Fertigung von OFW findet in München statt und ist für Epcos im Jahr 2007 das ertragsstärkste Geschäftsfeld.

Der Blick auf andere Unternehmen zeigt, dass in Deutschland keine weiteren Spezialisten vorhanden sind, die wie Epcos einen OFW-Geschäftsbereich aufweisen. Bei den Anbietern in Deutschland handelt es sich häufig um Niederlassungen internationaler Konzerne, bei denen OFW ein kleiner Teil des Produktspektrums darstellt. Zudem wird in Deutschland vor allem die Vertriebsfunktion wahrgenommen. Insgesamt ist zu erkennen, dass die Herstellung von OFW in zunehmendem Maße zu einer breiteren verteilten Kompetenz wird und Unternehmen diese Produktgruppe in ihr Leistungsspektrum aufnehmen. Ein Beispiel hierfür ist die Jauch Quartz GmbH (Villingen-Schwenningen), ein Spezialist für Schwingung (Oszillatoren), der Oberflächenwellenfilter neu in das Programm aufgenommen hat. Angeboten werden kundenspezifische und Standardlösungen, wobei eine Besonderheit des Unternehmens darin besteht, einen Großteil der Wertschöpfungskette von der Rohquarzbearbeitung bis hin zum Schwingkreis mit eigener, geografisch verteilten Produktion abbilden zu können.

Bei der Anwendung von elektrischer Keramik findet sich eine größere Palette von Unternehmen, die allerdings in diesem Segment nicht an die Größe von Epcos heranreichen:

- CeramTec AG (Plochingen). Die Mutter Rockwood Holdings Inc. (Princeton, USA) ist ein Mischkonzern mit dem Schwerpunkt im Bereich Spezialchemikalien und Werkstoffe. Zu letzterem ist auch CeramTec zu zählen, die ein Zusammenschluss der ehemaligen Hoechst CeramTec und Feldmühle bzw. Cerasisiv ist. Elektronikanwendungen von Keramik sind nur ein Teil des Anwendungsfelds – bedient nahezu alle Keramikanwendungsfelder bis hin zu Turbinenschaufeln, so dass hier die Kernkompetenz eindeutig auf der Beherrschung des Materials Keramik liegt. CeramTec bezeichnet sich in diesem Feld selbst als Forschungsvorreiter.
- STELCO GmbH (Neumarkt/OPf). Dieses Unternehmen stellt mit ca. 140 Mitarbeitern eine breite Palette unterschiedlicher keramischer Bauelemente insbesondere für KFZ-Anwendungen her, wobei kundenspezifische Fertigung, aber auch (gehandelte) Standardware zum Leistungsspektrum gehört. Seit 2005 gehört die STELCO GmbH zum japanischen Unternehmen SUMIDA. SUMIDA ist dabei kein Keramik-Spezialist, sondern ist (auch mit der weiteren deutschen Tochter VOGT) in verschiedenen Bereichen elektronischer Komponenten (wie Induktoren, Kleintransformatoren und LCD-Bildschirmen) tätig. Hier steht also nicht so sehr die Produktionskompetenz bei Keramik, sondern der Kundenbezug mit deutlichem Schwerpunkt bei der KFZ-Industrie im Mittelpunkt.
- PI Ceramic GmbH (Lederhose). Dieses Unternehmen mit ca. 80 Beschäftigten ist eine Tochter von Physik Instrumente (Karlsruhe/Palmbach), die ein Spezialist in Mikropositionierung ist. Dabei werden motorische oder auch piezokeramische Antriebskonzepte für ein sehr breites Anwendungsfeld verfolgt. Entsprechend liegt hier die Kernkompetenz nicht bei produktionstechnischen Lösungen für das Material Keramik und auch nicht bei der Bearbeitung spezieller Kunden oder Märkte, sondern bei der Entwicklung von Produkten für spezielle Bewegungsprobleme. PI Ceramic hat sich entsprechend der Ausrichtung der Mutter auf Aktuatoren spezialisiert, obwohl die Kompetenz im Unternehmen sehr viel breiter war und weitere keramische Produkte bis hin zu Anlagen für die chemische Industrie umfasste (PI Ceramic ist ein MBO aus den VEB Keramische Werke Hermsdorf).
- Elliptec AG (Dortmund). Dieses Unternehmen ist ein spin-off einer Forschungsaktivität eines Siemens-Labors in Berkeley; Siemens ist nach wie vor in erheblichem Umfang am Unternehmen beteiligt. Mit rund 30 Mitarbeitern werden ähnlich wie bei Physik Instrumente verschiedene Antriebskonzepte entwickelt, produziert und ggf. auch beim Kunden montiert. Dabei werden sowohl Piezo-Aktuatoren als auch Mikromotoren für unterschiedliche Anwendungen verwendet, wobei insbesondere sehr kleine Baugrößen an der Grenze des technisch derzeit Machbaren eine bedeutsame Rolle spielen.

Es ist zu erkennen, dass sehr unterschiedliche Strategien zum Tragen kommen und zu elektrotechnischen Anwendungen führen: ein Material-/Produktionsbezug genauso wie ein Bezug auf Kunden/Märkte oder ein Lösungs-/Produktbezug. Auf der einen Seite ist eine hohe Heterogenität der Strategien zu erkennen; auf der anderen Seite besteht aber immer ein Konzernverbund, der vermutlich aufgrund der relativ hohen Forschungsintensität bei der Erschließung neuer (insbesondere aktuatorischer) Anwendungsfelder sehr hilfreich ist, um die Entwicklungsaufgaben bewältigen zu können.

4.4.4.2 Relativ gute Entwicklung: Induktivitäten und EMV-Filter

Einsatzfelder von Induktivitäten sind sehr unterschiedlich. Prinzipiell wandelt jede Induktivität (im einfachsten Fall eine Drahtschlinge) elektrische Energie in ein Magnetfeld um. Typische Anwendungsfelder sind Netzteile (in denen die Umwandlung elektrische Energie zu Magnetfeld in der einen und Magnetfeld zu elektrische Energie in der zweiten Spule zur Spannungsveränderung von Wechselstrom stattfindet). Ein Spezialfeld (mit besonders starken Wachstumsraten) ist die Herstellung der Zündspannung in Vorschaltgeräten für Gasentladungslampen.

Neben dieser Eigenschaft der Magnetfelderzeugung eignen sich Induktivitäten gut zur Filterung hochfrequenter Signale entweder zur Signalverarbeitung oder zur Unterdrückung von Störungen (insbesondere zur Erreichung von elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV)). Dies geschieht dadurch, dass in einer Induktivität der Blindwiderstand mit höherer Frequenz steigt, so dass Frequenzen ab einer bestimmten Höhe abgeschnitten werden. Anders die keramischen Oberflächenwellenfilter sind Induktivitäten also keine Mitten- sondern Höhenfilter.

Wesentliche **Entwicklungstrends** betreffen in besonderem Maße die Materialseite. Die bisher verwendeten Werkstoffe befinden sich hinsichtlich Leistungsfähigkeit bzw. weiterer Miniaturisierung an der Grenze des Materials. Bisher verwendet werden Ferite, Keramik, Kunststoff und Verbundwerkstoffe sowie neuerdings nanokristalline Werkstoffe. Die Werkstoffweiterentwicklung zielt dabei auf die folgenden Größen: geringere Verluste (wenn Ströme möglichst ungehindert durch Induktivitäten fließen sollen wie bei Netzteilen), größere Sperrwirkung gegen unerwünschte Frequenzen, Temperaturbeständigkeit und Miniaturisierung (kleinere SMD-Größen). Bei dem zuletzt genannten Punkt der Miniaturisierung bestehen bei Induktivitäten deutlich größere Probleme als bei Halbleitern, so dass eher kleine Fortschritte zu erwartet sind (ZVEI 2007a: 35), wenn nicht in der Materialforschung Sprünge realisiert werden.

Neben der Materialorientierung spielen neue Verfahren der Herstellung eine wichtige Rolle. Klassisches Drahtwickeln kann dann z.B. abgelöst werden durch Laserwendeln, gedruckte Spulen oder Vielschicht-Herstellungsverfahren. Hierdurch sind einerseits Miniaturisierungs- und Kosteneffekte möglich (wie z.B. bei gedruckten Spulen) oder auch spezielle Produkteigenschaften einstellbar, die durch reine Materialveränderungen bisher nicht erreicht werden können (wie z.B. bei Vielschichtverfahren).

Ein dritter westlicher Entwicklungsbereich, in dem zukünftig ein besonders starkes Wachstumspotential vermutet wird, beschäftigt sich mit Verbesserungen bei der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV). Hier zeichnet sich eine Veränderung der bisherigen Entwicklungsphilosophie der Produkte ab. Das bisherige Standardverfahren besteht in dem nachträglichen Einpassen eines EMV-Bauteils in ein ansonsten fertig entwickeltes Gerät. Dieses Vorgehen stößt aber zunehmend an Grenzen: Erstens sind die mit diesem Verfahren erzielbaren Leistungen zumindest für die vorgesehene Baugröße zu gering, die Kosten für eine solche Add-On-Lösung sind zu hoch oder die time-to-market ist zu lang, da nachträgliches Abstimmen und Erproben viel Zeit in Anspruch nimmt. Daher ist ein Trend in

Richtung einer abgestimmten Bauteilentwicklung zu erkennen, die den EMV-Anbieter als Kooperationspartner für die Produktentwicklung deutlich aufwerten könnte.

Der **Markt** für Induktivitäten wächst vergleichsweise stark. Das Unternehmen Epcos, dass auch auf dem Markt für Induktivitäten stark ist, ist in diesem Bereich 2007 zweistellig gewachsen (genaue Umsatzzahlen sind nicht bekannt, da Induktivitäten zusammen mit Kondensatoren einen Geschäftsbereich bilden und nur auf dieser Ebene Zahlen vorgelegt werden).

Bei ‚klassischen‘ Induktivitäten jenseits der EMV-Anwendungen spielen die Anwendungsfelder Automobilindustrie und Beleuchtung als Wachstumsbereiche eine bedeutsame Rolle.

Aufgrund der Zunahme des Datenverkehrs im Auto, den speziellen Sicherheitsanforderungen an diesen sowie der Ausweitung von Bus-Systemen, bei dem die Datenströme unterschiedlicher Ein- und Ausspeiser nicht auf physisch getrennten Kabeln erfolgen, steigt die Bedeutung von Induktivitäten z.B. zur Frequenzfilterung oder zur galvanischen Trennung von Leitungen.

In industriellen Anwendungen gewinnen Schaltnetzteile eine immer größere Bedeutung. Anders als bei linearen Transformatoren, die z.B. Schwankungen im Primärstromkreis (i.d.R. dem Stromnetz) an den Sekundärstromkreis und mithin an die zu versorgende Anlage weitergeben, sorgen Schaltnetzteile für eine stabile Spannungsversorgung der Anlage. Dies schont erstens die Anlage, da keine Überspannungsschäden auftreten, vermindern zweitens Produktschäden (die durch zu schnell oder zu langsam laufende Anlagen entstehen können) und erhöht drittens die Energieeffizienz, da Überspannung zu ungenutzter Blindleistung führen kann. Hierbei wird die eingesetzte elektrische Energie nicht zu ihrem eigentlichen Zweck (z.B. der Drehung eines Motors) verwendet, sondern stattdessen nutzlos verbraucht.

Ebenfalls im Zusammenhang mit einer Erhöhung der Energieeffizienz steht der Einsatz von Induktivitäten in Gasentladungslampen. Aufgrund des Trends zu Energiesparlampen steigt der Einsatz von Induktivitäten in Vorschaltgeräten, die die Zündspannung für die Gasentladung bereit stellen.

Der Einsatz von Induktivitäten zur Herstellung der EMV ist in besonderem Maße geprägt durch ihren Einsatz in mobilen Geräten. Aufgrund der größeren Packungsdichte von Bauteilen steigt die Bedeutung einer aktiven Herstellung von EMV, da Abstand oder zwischenliegendes Gehäuse in vielen Fällen nicht mehr (ausreichend) vorhanden ist. Gleichzeitig steigt die Anzahl mobiler elektronischer Geräte, so dass sich aus beiden Entwicklungen das Marktwachstum speist. Ein weiterer wichtiger, stark wachsender Anwendungszweig von Induktivitäten zur Herstellung von EMV sind Werkzeugmaschinen. Aufgrund ihrer stärkeren Elektronisierung, der deutlichen Funktionszunahme (z.B. in Richtung verschiedener Übertragungstechnologie wie WLAN und unterschiedlicher Schnittstellen) sowie der Integration von Komponenten tritt hier ebenfalls verstärkt die Notwendigkeit eines EMV-Managements auf.

Ähnlich wie bei elektrischer Keramik ist auch bei Induktivitäten Epcos das wesentliche **Unternehmen** in Deutschland. Zusammen mit Kondensatoren wurden 2007 524 Mio. € umgesetzt. Für das Geschäftsjahr 2008 wird in diesem Geschäftsfeld sogar mit 10% der höchste Umsatzanstieg aller Geschäftsfelder erwartet. Epcos bezeichnet sich in diesem Marktfeld als Marktführer in Europa. Ein Teil der Produktion von Induktivitäten finden noch in Deutschland am Standort Heidenheim statt – dort wurde die Anzahl der Beschäftigten von vormals rund 1500 (im Jahr 2000) auf 450 (Stand Mitte 2008) reduziert, wobei ein weiterer Abbau bereits angekündigt ist. Dort erfolgt auch für Kondensatoren überwiegend die Anfertigung für aufwendigere Produkte. Produziert wird stattdessen zunehmend in China und in Indien; weitere Fertigungsstandorte (aus den ersten Verlagerungswellen) sind Sumperk/Tschechien und Szombathely/Ungarn.

Der Blick auf andere Unternehmen zeigt aufgrund der Breite des Anwendungsbereichs von Induktivitäten (von Hochleistungstransformatoren z.B. bei der Bahn-technik bis hin zu miniaturisierten EMV-Lösungen für Handy) auch sehr unterschiedliche Strategien:

- Fastron GmbH (Feldkirchen-Westerham): kleiner globalisierter Konzern in Bautechnische. Dieses Unternehmen produziert bei 3,4 Mio. € Umsatz 2007 ausschließlich Induktivitäten als elektronisches Bauteil. Die Produktion findet dabei in Malaysia und Ungarn statt. Die Produkte sind bei den wesentlichen Distributoren gelistet, werden also auch über diesen Vertriebsweg distribuiert, so dass auch Standardprodukte ohne spezifische Kundenanforderungen hergestellt werden.
- Spezial-Transformatoren-Stockach GmbH & Co. KG (Stockach): Innovationsführer in Spezialitäten. Das Unternehmen fertigt Transformatoren und Drosseln im Mittelfrequenzbereich mit besonderen Anforderungen (große Leistungsdichte, hohe Isolation, Sonderbauformen mit hohen Anforderungen an das Fertigungswissen). Es ist sehr forschungsintensiv (15% der Beschäftigten arbeiten in der F+E-Abteilung) und hat sich aus der Raumfahrt stammend weitere forschungsintensive Spezialanwendungen (z.B. die Medizintechnik) erschlossen. Die Produktion findet z.T. in Ungarn, aber auch in Deutschland statt.
- Haufe GmbH & Co KG (Usingen): aus der Unterhaltungselektronik in die (kundenspezifische) Breite. Heute ist das Unternehmen spezialisiert auf Induktivitäten kleiner (SMD) bis mittlerer Größe und hier vor allem auf Übertrager. Historisch stand vor allem der Bereich Übertrager für Audio/Video-Signale im Mittelpunkt, während inzwischen sehr unterschiedliche kundenspezifische Übertrager entwickelt werden. Die Produktion findet in Usingen und in Beierfeld/Sachsen statt.
- Rödl & Lorenzen GmbH (Rö-Lo) (Oberrot): Spezialisierung über Bauformen und Größe der Induktivitäten. Das Unternehmen fertigt kleinere Spulen für verschiedene Anwendungen (Frequenzfilter, Übertrager, Entstörung); produziert wird seit 1996 in Tunesien.
- Risse electronic GmbH (Neukirchen-Obermühlbach): stark kundenspezifische Lösungen mit Sonderleistungen (z.B. „Sterbehaus“). Es besteht eine kundenspezifische Fertigung unterschiedlicherer Induktivitäten kleinerer Größe. Da-

bei spielen kundenspezifische Anforderungen, Flexibilität, schnelle Lieferzeiten und hohe Ansprüche (wie im Bereich Medizintechnik und KFZ) eine große Rolle. Weiterhin wird eine Vielzahl produktionsnaher Dienstleistungen wie Entwicklung, Re-Engineering von Ersatzteilen, Ersatzteilstiftung-Fertigung, oder Konfektionierung von SMD-Bauteilen auf Gurten angeboten.

- Gass GmbH & Co KG (Alsfeld): Starker Innovator in einem eher 'konventionellen' Bereich. Das Unternehmen stellt Leistungstransformatoren für die Industrie her. Es erhielt für innovative Produkte bzw. Produktion verschiedene Auszeichnungen: 1. Preis im Regionalentscheid Mittelstand geht online der Deutschen Telekom, Auszeichnung im Wettbewerb Mittelstandsförderung „Arbeiten wie die Besten“ und Hauptpreisträger im Mittelstandsprogramm 2006.
- Rufa Kurt Dietze GmbH & Co. KG (Küps): Komponentenintegration bei engem Kundenbezug. Die Anfänge des Unternehmens liegen in der Rundfunk- und Fernsehtechnik – gefertigt wurden z.B. Kofferradios und portable Tonbandgeräte. Übrig geblieben sind ein Kunststoffspritzguss und der Bau von Transformatoren in mittlerer Größe nach Kundenspezifikation. Neu hinzu gekommen ist die Fertigung von Sondernetzteile - also eine Integration von Bauteilen zu Komponenten.
- Bajog electronic (Pilsting): Spezialisierung auf ganzheitliche EMV-Lösungen. Das Unternehmen bietet kundenspezifische Lösungen für EMV-Probleme im Bereich größerer Anlagen (z.B. der Energieversorgung) inkl. eines breiten Dienstleistungsspektrums an. Die Produktion erfolgt nicht mehr in Deutschland, sondern in Tschechien und China in Lizenzbetrieben.

Insgesamt ist zu erkennen, dass die Besetzung von Nischen eine wesentliche Strategie vieler Unternehmen ist. Weiterhin spielt die Ausrichtung auf spezifische Kunden und ihre Anforderungen häufig eine Rolle und auch Innovationsstrategien sind mehrfach anzutreffen. Ebenfalls häufig findet zumindest ein Teil der Produktion nicht mehr in Deutschland statt.

4.4.4.3 Stagnierend: Kondensatoren

Kondensatoren dienen zur Stromspeicherung und mit Hilfe dieser Funktion auch zur Spannungsstabilisierung sowie als Frequenzfilter. Typische **Einsatzfelder** sind elektrischen Schaltungen zur Spannungsstabilisierung, drehzahlgesteuerte Maschinen sowie der Einbau in elektrischen Schaltungen als Frequenzfilter (z.B. zur Unterdrückung hochfrequenter Störungen).

Wesentliche technologische **Entwicklungen** sind zu erkennen erstens bei Funktionsverbesserungen in bestehenden Anwendungen, zweitens bei der Erschließung neuer Anwendungen sowie drittens beim Vorantreiben der Integration (mit anderen Bauelementen).

Im ersten Entwicklungsfeld der Funktionsverbesserungen sind die folgenden Trends zu erkennen:

- Miniaturisierung insbesondere Erhöhung der Ladungsdichte (z.T. mit neuen Materialen),
- Auslegen für höhere Belastungen durch das Umfeld des Kondensatoreinsatzbereichs (z.B. auch in der Nähe von Motoren): erweiterter Temperaturbereich, höhere mechanische Belastungen,
- Reduzierung von Verlusten (z.B. auch durch Kühlung) und
- Verlängerung der Lebensdauer (auch durch bessere Verträglichkeit gegenüber Strom-/Spannungsspitzen).

Bei der Erschließung neuer Anwendungsfelder spielen insbesondere Leistungskondensatoren (Folienkondensatoren oder Ultrakondensatoren) ggf. mit neuen, bisher noch nicht genauer bekannten Materialien eine große Rolle. Ihr Einsatz im Wettbewerb zu anderen Stromquellen kommt z.B. in Frage als

- USV-Lösung,
- dezentrale Stromquelle für Schwachverbraucher als Alternative zu Akkumulatoren (mit dem Vorteil z.B. einer nahezu unbeschränkten Anzahl von Lade-/Entladezyklen, da es sich hierbei nicht um einen chemischen, sondern lediglich um einen elektrischen Effekt handelt) und
- als (Zwischen-)Speicherung bei Hybridantrieben (so kann die Bremsenergie von Fahrzeugen vergleichsweise Verlustarm zwischengespeichert werden).

Die Entwicklung leistungsfähiger, kleiner und kostengünstiger Leistungskondensatoren war längere Zeit ein eher vernachlässigtes Entwicklungsfeld: Erst die mögliche Massennachfrage aus dem KFZ-Bereich im Zusammenhang mit strombasierten Antriebskonzepten stimulierte hier die (Material-)Forschung.

Im dritten Entwicklungsfeld der Integration von Kondensatoren mit anderen passiven Bauelementen und Halbleitern geht es nicht um deren Montage auf einer Platine, sondern wenn möglich um ihre gleichzeitige Produktion im selben Herstellungsprozess. Bisher ist es nicht möglich, z.B. gedruckte Leiterplatten gleich mit den erforderlichen Kondensatoren zusammen zu produzieren – daher müssen diese in welcher Form auch immer nachträglich auf die Platte aufgebracht (z.B. gelötet) werden. Wie ein Verfahren aussehen soll, dass eine Integration im selben Herstellungsprozess ermöglicht, ist noch nicht klar und wird vor 2013 auch nicht erwartet (ZVEI 2007a: 29). Würde eine solche Integration für Kondensatoren und ggf. weitere passive Bauelemente möglich, dann könnte dies die Produktions-technik von Schaltungen erheblich beeinflussen. So wäre der Druck auf die bisherigen Hersteller von Baugruppen sehr groß und eine Verlagerung des Marktvolumens (dass in Deutschland bei den Baugruppen größer ist als bei allen Bauelementen zusammen) Richtung Bauelementehersteller wäre möglich. Dies würde auch die Entwicklungsperspektive vieler EMS betreffen, die bei Integration der Bauelemente schon beim Herstellungsprozess einen (größeren?) Teil ihres bisherigen Marktes verlieren würden. Allerdings ist selbst bei Lösung der fertigungs-technischen Integrationsprobleme nicht damit zu rechnen, dass zukünftig nur Integrationslösungen angeboten werden. Dies zeigt der Blick zum Halbleiterbereich: Hier ist eine Integration fertigungstechnisch möglich und üblich - dennoch werden

Standardchips produziert, die für spezifische gewünschte Funktionen z.B. durch ein EMS erst auf einer Platine integriert werden.

Der Blick auf wesentliche **Märkte** zeigt, dass insbesondere der Bereich der Leistungskondensatoren stark wachsend ist. Dies wurde bisher nicht durch Nachfrage aus der Automobilindustrie ausgelöst – Stromantriebe für die Fahrzeuge selbst besitzen nach wie vor keine nennenswerten Marktanteile. Vielmehr ist es der Trend in Richtung energieeffizienter Antriebe von Industriemaschinen, der den starken Nachfrageanstieg verursacht. Denn eine Drehzahlsteuerung der Aggregate, die Energie spart (da z.B. Hydraulikpumpen lastabhängig gefahren werden können), bedarf des Einsatzes von Leistungskondensatoren. Ebenfalls wachsend ist der Bereich Automobilelektronik, der durch besondere Anforderungen hinsichtlich der Ausfallsicherheit und in Teilen der Einsatzfelder durch ungünstige Umweltbedingungen für die Kondensatoren (Temperatur, mechanische Belastungen, chemische Einwirkungen) geprägt ist.

Der mit großem Abstand größte Anbieter in Deutschland ist auch bei diesen passiven Bauelementen Epcos. Dieses **Unternehmen** ist nach eigener Aussage Weltmarktführer bei Leistungskondensatoren und Marktführer in Europa bei Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren und Folienkondensatoren. Insgesamt wurde 2007 ein Umsatz von 524 Mio. € für Kondensatoren und Induktivitäten zusammen erreicht. Die Anfertigung fand bisher noch in Westeuropa statt (in Heidenheim, Deutschland und Malaga, Spanien). In Heidenheim erfolgt allerdings mit Blick auf Kondensatoren (hier werden auch Induktivitäten gefertigt) eine Konzentration auf F+E-Aktivitäten mit kleiner Pilotfertigung (0-Serien) – eine Erprobung der Serienproduktion im Sinne einer Anfertigung findet dann aber nicht mehr statt. In Malaga erfolgt eine starke Verkleinerung des Werks, das zukünftig nur noch die Anproduktion komplexer Produkte vornehmen soll. Die weitere Produktion inklusive zukünftiger Anfertigung und jetzt schon der Anfertigung einfacher Kondensatoren erfolgt in Brasilien, wobei eine Verschiebung der reinen Fertigung in Richtung China geplant ist. Weitere Produktionsstätten für Kondensatoren befinden sich in Indien und Ungarn.

Weitere Hersteller bearbeiten z.T. relativ enge Marktfelder. Hierzu gehört z.B. die Brandenburgische Kondensatoren GmbH (Prenzlau), die sich insbesondere auf Entstörkondensatoren spezialisiert, die Kleinvoigtsberger Elektrobauelemente GmbH (Großschirma) mit speziellen Aluminium-Elektrolytkondensatoren oder FROLYT GmbH (Freiberg/Sachsen) ebenfalls mit Aluminium-Elektrolytkondensatoren für sicherheitsrelevante Automobil- und Medizintechnik-Anwendungen. Bei Frako (Teningen) und Eskap GmbH (Schwabach) erfolgt dazu noch eine vertikale Integration. So werden Leistungskondensatoren (die hier auch gefertigt werden) inkl. der Steuerung z.B. für Blindleistungskompensation, eine Energie-management-Ausrüstung mit der passenden Software sowie ein Beratungspaket angeboten.

Allerdings sind durchaus auch andere Fertiger mit breitem Produktspektrum vorhanden. So produziert die Electronicon Kondensatoren GmbH (Gera) mit immerhin 330 Beschäftigten unterschiedliche Kondensatortypen, die vom Lampenvorschaltgerät über Drehzahlsteuerungen bis hin zur Blindleistungskompensation in Stromnetzen zum Einsatz kommen. Auch Arcotronics Bauelemente GmbH

(Landsberg am Lech) mit 100 Beschäftigten weist ein breites Spektrum an Kondensatoren auf, ist allerdings neuerdings eingebunden in den Konzernverbund (Kemet, ein wesentlicher internationaler Wettbewerber von Epcos).

Neben solchen Unternehmen mit einer nur schwer erkennbaren Spezialisierung sind allerdings auch solche zu erkennen, die eine Spezialisierung weniger über das Produktspektrum (wie die zu erst genannte Gruppe), sondern über spezifische Marktzugänge erreichen. Dazu gehört z.B. Wima (Mannheim), ein Unternehmen, das ausschließlich in Deutschland (neben Mannheim in Berlin, Aurich und Unna) fertigt. Hergestellt wird ein breites Produktspektrum, das von Kunststoff-Folienkondensatoren über Funk-Entstör-Papierkondensatoren bis hin zu SuperCaps mit hoher Ladungsdichte reicht. Die Ausrichtung auf spezielle Kundenanforderungen (besonders aus dem Bereich Automobil, Industrielektronik und Beleuchtung) sowie ein hoher Innovationsgehalt lassen sich als Spezialisierungsstrategie auffassen. Früher lag dabei der Schwerpunkt auf Kondensatoren für automatische Bestückungen (SMD-Kondensatoren) und damit auf der Miniaturisierung, gegenwärtig richten sich die Forschungsanstrengungen insbesondere auf den Bereich der Leistungskondensatoren. Ähnlich ausgerichtet, wenn auch mit 120 Mitarbeitern sehr viel kleiner ist Fischer & Tausche FTCap (Husum). Auch hier ist eine spezifische Kundenabforderungen (die z.B. zu einer flexiblen Produktion auch von Kleinserien führen) zu erkennen und eine eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilung ist für ein Unternehmen dieser Größe bei der Kondensatorenfertigung ein deutlicher Hinweis auf die Forschungsorientierung. Hinzu kommt bei diesem Unternehmen eine sehr hohe Wertschöpfungstiefe bis hin zur Herstellung eigener Anlagen und Werkzeuge, die wie die Produktion am Standort Husum stattfindet.

4.4.5 Bauelemente III: Elektromechanische Bauelemente

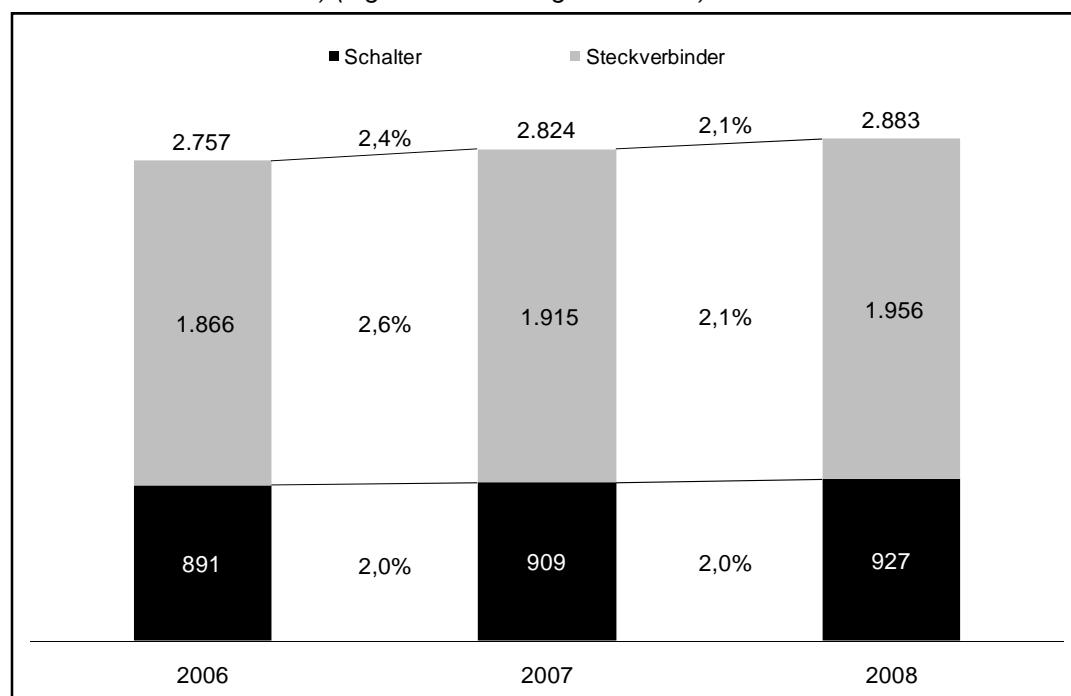
Zu den elektromechanischen Bauelementen zählen insbesondere Schalter und Steckverbinder. Die Bauelemente sind in der WZ 32.2 nicht enthalten, werden aber vom ZVEI als elektronische Bauelemente gezählt. In einigen Teilen besteht tatsächlich ein recht enger Zusammenhang mit anderen Bauelementen, so dass ihre Analyse an dieser Stelle gerechtfertigt erscheint. Dies trifft insbesondere für Steckverbinder zu. Ein wesentliches **Einsatzfeld** von Steckverbindern ist die Verbindung von Bauteilen oder Baugruppen (z.B. von Chips auf ein Board oder von Platinen untereinander). Hierbei stehen Steckverbinder im Wettbewerb mit Verbindungslösungen auf einem Board (also z.B. dem Löten von Bauteilen) oder der integrierten Fertigung (z.B. von spezifischen Chips). Steckverbinder profitieren dabei vom Trend zur Verwendung von Standardbauteilen/Chips und ihrer nachträglichen Integration zu spezifischen Kundenlösungen. Eine solche Baukastenlösung lässt sich am schnellsten und ggf. auch besonders kostengünstig durch Steckverbinder realisieren, während z.B. die Bestückung auf einer gemeinsamen Platine aufwendiger und i.d.R. nicht wieder rückführbar ist. Steckverbinder können hingegen – auch für Reparatur- oder Upgrade-Zwecke einfach wieder gelöst werden.

Eine weitere enge Beziehung zu anderen Teilen der Elektronischen Bauelemente besteht über die technologische Entwicklung neuer Übertragungswege von Informationen. Erstens eröffnet der Einsatz von Glasfaser-Leitungen einen neuen Markt und substituiert in Teilen bestehende Märkte kabelgebundener Übertragungswege. Weiterhin führt der Glasfasereinsatz dazu, dass Verbinder in höherem Maße Elektronik beinhalten, um die (deutlich schwierigere) Übertragung des Lichts im Steckverbinder zu gewährleisten. Zweitens könnten neue Wireless-Lösungen dazu führen, dass drahtgebundene Lösungen und damit auch die dort verwendeten Steckverbinder ersetzt werden. So werden heute z.B. Anlagennetzwerke häufig nicht mehr verkabelt, sondern durch WLAN vernetzt. Allerdings führen Wireless-Lösungen zu zusätzlichen Modulen in den Geräten (Anlagen, Handys, Laptops) und damit auch zu neuen Märkten für Verbinder, sofern die Wireless-Funktion – wie bisher noch häufig anzutreffen – nicht onboard integriert ist. Insgesamt wird durch Wireless-Lösungen eher mit einer Vergrößerung des Markts gerechnet (ZVEI 2007a: 54, 57).

Da bei Schaltern eine solche Verbindung zu anderen Bereichen der Elektronischen Bauelemente nicht besteht, wird im Weiteren auf eine intensive Diskussion dieser Produktgruppe verzichtet.

Die Entwicklung des Markts für elektromechanische Bauelemente war in den letzten Jahren durch solides Wachstum gekennzeichnet. Dies trifft sowohl auf Schalter als auch für Steckverbinder zu (Abb. 81). Dies gilt auch für alle Anwendungsbereiche mit Ausnahme der Telekommunikation im Jahr 2008 (Abb. 82).

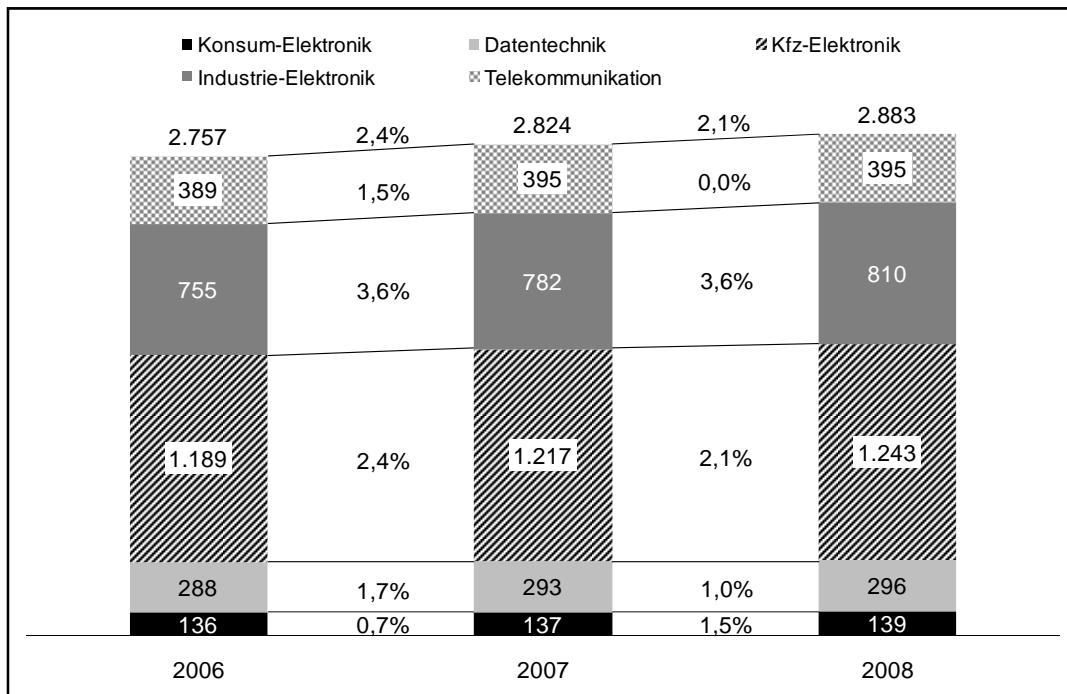
Abb. 81: Entwicklung des deutschen Markt für elektromechanische Bauelemente (Produkte in Mio. €) (eigene Darstellung nach ZVEI)



Von größter Bedeutung ist dabei das Segment Automobilindustrie, dass einen Anteil von 43,1% hat (bei Schaltern sogar ein Anteil von 55,2% im Jahr 2007) gefolgt von Industrieanwendungen mit einem Anteil von 28,1% (jeweils bezogen

auf den Prognosewert 2008). Bei Steckverbindungen liegen beide Gruppen etwa gleich auf: das KFZ-Segment kommt auf 37,3% und die Industrieanwendungen auf 33,0% (jeweils im Jahr 2007). Konsumanwendungen haben sowohl für elektromechanische Bauelemente zusammen als auch für Schalter und Verbindern kaum eine Bedeutung – insofern findet sich hier ein sehr ähnliches Ergebnis wie in den anderen Bereichen der Elektronischen Bauelemente.

Abb. 82: Entwicklung des deutschen Markt für elektromechanische Bauelemente (Anwendungen in Mio. €) (eigene Darstellung nach ZVEI)



Wesentliche Entwicklungstrends bei den Steckverbindern spiegeln z.T. **Entwicklungsrichtungen** wieder, die auch für andere elektronische Bauelemente bedeutsam sind. Hierzu gehört insbesondere die Miniaturisierung. Diese Verkleinerung der Verbindungen ist relativ einfach möglich bei einer Verkleinerung der Bauelemente, da hierdurch der Stromfluss verringert wird und daher kleinere Abmessungen ohne Übertragungsprobleme bei gleichen Materialien möglich sind. Schwieriger gestaltet sich die Miniaturisierung, wenn die Verkleinerung mit gleichbleibenden Strömen einher geht (wie dies i.d.R. für Leistungselektronik gilt). Hier ergeben sich ggf. Anforderungen an geänderte Materialien oder konstruktive Veränderungen jenseits eines einfachen downsizings.

Eine ebenfalls übliche Entwicklungsrichtung ist die Verbesserung der Leistungen. Verbindungen sollen z.B. für höhere Ströme, Kontaktdichten (Anschlüsse pro Flächen- oder Volumeneinheit), Datenraten oder Frequenzen (z.B. bis zu 60 GHz bei Koaxialkabeln; Stand bisher 40 GHz) ausgelegt werden. Daneben steht eine bessere Standfestigkeit gegen Umwelteinflüsse auf der Forschungsagenda:

- Toleranz gegenüber Vibration. Zunehmende mobile Anwendungen, die Tendenz zu dezentralen (Maschinen-)Einheiten sowie höhere Leistungen von Maschinen mit stärkeren/höheren Schwingungen sind zunehmende Anforderungen, die Steckverbindungen bewältigen müssen,

- Toleranz gegenüber Temperatur. Hierzu zählt z.B. das ermöglichen höherer Löttemperaturen in Folge der Umstellung auf bleifreies Löten und
- Toleranz gegenüber Flüssigkeiten. Aufgrund der wachsenden Bedeutung von mobilen Geräten, die zunehmend zumindest spritzwassergeschützt sein sollen, werden höhere Schutzklassen für Steckverbinder gefordert. Auch geänderte Reinigungsverfahren von Maschinen und aggressivere (aber ökologisch abbaubare) Reinigungsmittel wirken auch in die Richtung einer Entwicklung von Verb bindern, die eine größere Beständigkeit gegenüber Flüssigkeiten erreichen.

Weiterhin ist die Einbindung anderer Übertragungen als elektrische ein wichtiges Forschungsthema. Neben den bereits angesprochenen Lichtwellenleitern handelt es sich z.B. um Verbindungen für Hydraulikflüssigkeiten oder für Druckluft. Hier spiegelt sich auch die zunehmende Prozess- und Fabrikautomatisierung wieder, bei der Schnittstellen dieser Art und entsprechende Verbinderlösungen bedeutsam sind.

Ein weiterer wichtiger Entwicklungstrend betrifft die zunehmende Ablösung hochpoliger Steckverbinder durch Bus-Systeme. So wurden z.B. an Computern LPT/Parallel-Anschlüsse ersetzt durch USB-Anschlüsse. Dies reduziert einerseits die Komplexität der Verbinder, da die Anzahl der Kontakte sinkt. Andererseits entsteht dadurch aber eine neue Komplexität, da bei Einsatz von Bus-Systemen eine Steckverbindung mehrere Übertragungsleistungen vollbringen muss – sie ist Stromversorgung und Signalübertragung im Bereich von geringen (NF) und hohen (HF) Frequenzen gleichzeitig.

Schließlich ist ein deutlich geänderter (verstärkter) Kundenbezug zu erkennen. Dies führt z.B. zu einer Verlagerung von Leistungen, die bisher der Kunde vorgenommen hat, zu den Herstellern von Steckverbinder. So erfolgt heute zunehmend eine Konfektionierung der Verbinder entsprechend der Kundenwünsche, so dass das gelieferte Produkt – in enger Abstimmung mit den Anforderungen des Kunden – nicht mehr der Verbinder, sondern der Verbindungsstrang gegebenenfalls inklusive seiner Montage ist. Weiterhin hat die Anzahl an Verbindungsarten generell zugenommen. Viele kundenspezifische Lösungen sind dabei auf die jeweilige automatisierte Montage des Kunden zugeschnitten. Mit dem ansteigenden Automatisierungsgrad der Verbindermontage steigt entsprechend Anteil von einfach automatisierbaren Verbindungen: statt Schrauben werden dann zunehmend Schneidklemmkontakte verwendet, die ohne abisolieren der Kabel und ohne weiteres Werkzeug die Verbindung herstellen. Auch ist zu erkennen, dass der Verbinder in stärkerem Umfang an andere Bauelementerhersteller heranrückt und diese ggf. zu Kunden von Verbindern werden. So besteht ein Trend zur Integration der Steckverbindung mit anderen Bauelementen, so dass z.B. eine automatische SMD-Bestückung der Leiterplatte von Kondensator und Verbinder in einem Arbeitsgang möglich wird.

Entsprechend der unterschiedlichen Verbindungstypen, die z.T. nach ihrer Form, in Teilen auch funktionsbezogen unterschieden werden, lassen sich verschiedene Teilmärkte abgrenzen, für die die nachfolgend genannten **Unternehmen** als Leitunternehmen gelten können:

- Rechteckverbinder: Amphenol-Tuchel Elektronics GmbH (Heilbronn), Contact GmbH Elektrische Bauelemente (Stuttgart), Harting KGaA(Espelkamp), Hypertac GmbH (Deggendorf), Phoenix Contact GmbH & Co. KG (Blomberg), Weidmüller Interface GmbH & Co. KG (Detmold), Wieland Electric GmbH (Bamberg)
- Rundstecker: Amphenol-Tuchel Elektronics GmbH (Heilbronn), Binder Elektronik GmbH (Sinsheim), Conec Elektronische Bauelemente GmbH (Lippstadt), Contact GmbH Elektrische Bauelemente (Stuttgart), Escha Bauelemente GmbH (Halver), Hirschmann Automation and Control GmbH (Neckartenzlingen), Hypertac GmbH (Deggendorf), Lumberg Holding GmbH & Co.KG (Schalksmühle), Phoenix Contact GmbH & Co. KG (Blomberg), Woodhead GmbH (Bretten-Gölshausen)
- Koaxial: Huber&Suhner GmbH (Taufkirchen), Spinner GmbH Elektrotechnische Fabrik (München), Telegärtner Karl Gärtner GmbH (Steinenbronn)
- Leiterplattenklemmen: Phoenix Contact GmbH & Co. KG (Blomberg), RIA-BTR MC Technology GmbH (Blumberg), Weco Wester, Ebbinghaus GmbH & Co. KG (Hanau), Weidmüller Interface GmbH & Co. KG (Detmold), Wieland Electric GmbH (Bamberg)
- Leiterplattensteckverbinder: Harting KGaA (Espelkamp)
- Lichtwellenleiter: Conec Elektronische Bauelemente GmbH (Lippstadt), Huber&Suhner GmbH (Taufkirchen), Phoenix Contact GmbH & Co. KG (Blomberg), Spinner GmbH Elektrotechnische Fabrik (München), Telegärtner Karl Gärtner GmbH (Steinenbronn)
- High Volume Verbindungen (insbesondere auch für den Konsumbereich): Lumberg Holding GmbH & Co.KG (Schalksmühle), Stocko Contact GmbH & Co. KG (Wuppertal)

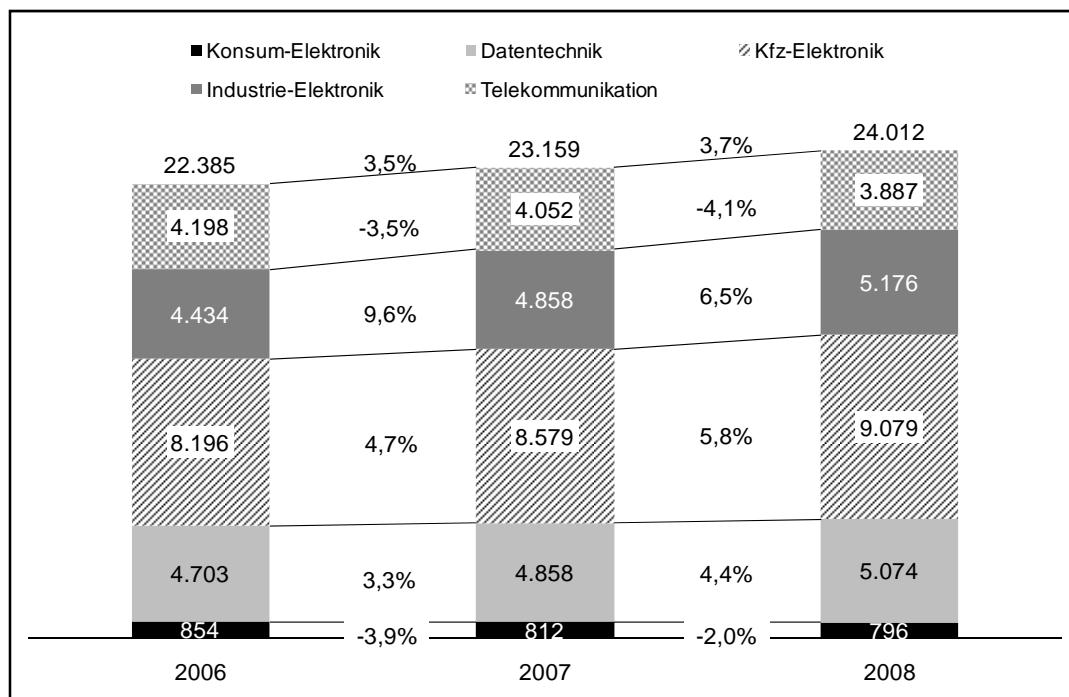
Wie zu sehen ist, sind in vielen Teilmärkten Spezialisten vertreten, die lediglich in einem Teilmarkt aktiv sind. So sind z.B. die beiden Leitunternehmen, die konsumnahe Verbindungen (High Volume) herstellen, in den anderen Teilmärkten nicht aktiv. Weiterhin ist zu erkennen, dass der relativ junge Teilmarkt der Lichtwellenleiter insbesondere von solchen Unternehmen erschlossen wurde, die vorher bei Koaxialverbindern schon Erfahrungen mit sehr anspruchsvollen Verbindern gesammelt haben. Schließlich fällt auf, dass es einige breiter aufgestellte Unternehmen gibt, zu denen insbesondere Phoenix Contact gehört.

4.4.6 Elektronische Baugruppen / EMS

Anders als bei den elektronischen Bauelementen verwendet der ZVEI bei den elektronischen Baugruppen keine weitere Binnendifferenzierung. Abb. 83 zeigt, dass der Baugruppenmarkt deutlich gewachsen ist. Auch hier zeigt sich, dass – wie häufig bei den Bauelementen – das Segment KFZ (erwarteter Anteil 2008: 37,8%) und Industrie (erwarteter Anteil 2008: 21,6%) zusammen einen Anteil am Markt für elektronische Baugruppen von über 50% haben. Nach Einschätzung

des ZVEI wird dies zukünftig auch so bleiben – diese beiden Segmente sowie die Medizintechnik werden als zukünftige Wachstumstreiber identifiziert.

Abb. 83: Entwicklung des deutschen Markts für elektronische Baugruppen 2006-2008 (Anwendungen in Mio. €) (eigene Darstellung nach ZVEI)



Die Baugruppenfertigung ist zum Teil des Geschäfts von OEM, in Teilen handelt es sich aber auch um EMS. Beide Gruppen von Unternehmen lassen sich nicht hinreichend genau unterscheiden. Als untere Grenze lässt sich der EMS-Umsatz deutscher Unternehmen des Jahres 2003 heranziehen, der bei 2,43 Mrd. € lag, so dass mindestens 10% dieses inländischen Markts inländische EMS-Produktion darstellt. Bei einer angenommenen jährlichen Wachstumsrate von 10% des EMS-Umsatzes (weltweit wuchs der EMS-Umsatz seit den 90er Jahren um 18%) würde der Anteil 2008 schon gut 16% betragen. Aufgrund dieses schnellen Wachstums und der besonderen Bedeutung des Produktionskonzepts der EMS-Unternehmen erfolgt im Weiteren eine intensivere Auseinandersetzung mit diesem Unternehmenstyp.

Wesentliche **Entwicklungen** sind bei den EMS-Unternehmen weniger stark technologisch i.e.S. getrieben, wie dies bei vielen Bauelementen der Fall ist. Vielmehr handelt es sich sehr häufig um eine Mischung zwischen Technologie, Organisation und Marktentwicklung sowie z.T. auch staatlicher Vorgabe, die zu den sichtbaren Entwicklungspfaden führt. Ein Beispiel für eine Kombination aus Marktentwicklung und rechtlicher Vorgabe, die zu wesentlichen Veränderungen geführt hat, ist die Einführen bleifreien Löts. Auslöser für die Umstellung war in Teilen des Marktsegments schon der Druck von (End-)Verbrauchern, vor allem ist die Entwicklung aber getrieben durch rechtliche Regelungen. Aufgrund der Umstellung auf andere Lote haben sich nicht nur die Löttechnik und z.T. auch die verwendeten Bauelemente geändert, da nun höhere Temperaturen und ggf. ein anderes Flussverhalten der Lote zu berücksichtigen ist. Vielmehr hat dieser allgemeine Umstellungsprozess auch dazu geführt, dass für EMS ein neues Kun-

denspektrum erschlossen wurde, denn ein Teil der OEM, die Platinen noch selbst bestückt haben, haben die Umstellungskosten auf bleifreies Löten nicht getragen, sondern haben dies zum Anlass genommen, einen Teil ihrer Leistungen an EMS fremd zu vergeben.

Generell ist bei den EMS ein Trend zu erkennen, einen zunehmenden Umfang an Leistungen anzubieten. Hierbei findet eine vertikale Integration vom eigentlichen Produktionsprozess aus betrachtet sowohl nach vorne (z.B. in Richtung Entwicklung und Design von Schaltungen) als auch nach hinten statt. Ein wesentlicher Schwerpunkt hierbei ist die Entwicklung von Testprogrammen, die die Fehlerfreiheit der produzierten Baugruppen sicherstellen sollen. Diese vertikale Integration umfasst gelegentlich auch Maßnahmen im Bereich Marketing, so dass einem OEM nur noch wenige Funktionen verblieben. Bei einer solchen starken vertikalen Integration besteht allerdings aus Sicht des OEM schließlich die Gefahr, dass er überflüssig wird, wenn der EMS schließlich auch noch unter eigener Marke am Markt auftritt. Ein prominentes Beispiel für einen solchen Vorgang ist htc, ein 1997 gegründetes Unternehmen aus Taiwan, dass Marktführer bei Smartphones mit Windows Mobile Betriebssystem ist. Gestartet als Auftragsproduzent mit starker Entwicklungskompetenz für viele namhafte Handyhersteller und Mobilfunkbetreiber bietet das Unternehmen seit 2006 viele seiner Geräte auch unter eigenem Namen an und hat sich als Marke etabliert. Solche Entwicklungen vor Augen, erschien es sehr wahrscheinlich, dass EMS nicht zu weitgehend vertikal integrierten Unternehmen aus Sicht ihrer Kunden – den OEM – werden. Vielmehr wird ein einzelner OEM aus den angebotenen Wertschöpfungskettengliedern des EMS auswählen. Da verschiedene OEM unterschiedliche Kernkompetenzen für sich definieren, kann es dann durchaus sein, dass ein EMS (nahezu) die gesamte Wertschöpfungskette anbietet, da jedes OEM andere Wertschöpfungskettenglieder aus dem Leistungsspektrum des EMS auswählt. Ein Verschwinden von OEM ist allerdings nicht zu erwarten – die Bedeutung von Marken/Labeling nimmt in einer globalisierten Welt eher zu als ab und ist das wesentliche Kapital von OEM. Vielmehr mag es durchaus zukünftig vermehrt Fälle geben, in denen EMS zu OEM werden. Dies muss aber nicht bedeuten – wie das Beispiel htc zeigt –, dass sie ihre EMS-Funktion in jedem Fall wegen Konflikten mit den OEM, die dann nicht nur Kunden sind, sondern auch Wettbewerber werden, aufgeben zu müssen.

Ein weiterer wesentlicher Trend, den EMS gewältigen müssen, betrifft die Zunahme von Heterogenität in der Produktion (die zu der beschriebenen vertikalen Integration noch hinzutritt, die auch eine organisatorisch aufzufangende Heterogenitätssteigerung darstellt).

Die größere Heterogenität in der Produktion zeigt sich z.B. in der Bestückung, die nicht nur elektronische, sondern zunehmend auch mechanische Bauteile mit ähnlich hoher Bestückungsgeschwindigkeit verarbeiten können soll. Mechanische Bauteile weisen dabei in aller Regel eine sehr viel größere Unterschiedlichkeit auf als stark standardisierte elektronische Bauelemente und sind zusätzlich für viele Bestückungsautomaten aufgrund ihrer Größe und der meist komplexeren Formen deutlich schwerer zu handhaben. An der Spitze der Verbindung von Elektronik und Mechanik steht die Mikrosystemtechnik, bei der beispielsweise das Gehäuse zu einem Bauteil wird und alle relevanten Anbindung nach außen (wie Mechanik,

Hydraulik, Stromversorgung oder Kommunikation) von einem EMS bestückt werden müssen.

Weiterhin ist eine zunehmend breitere Spanne von elektronischen Bauteilen zu beobachten. Dies betrifft z.B. die Qualitätsstufen von low bis high-end, die je nach Bauelement zu unterschiedlichen Materialien führen, für die andere Umgehensweisen bei der Bestückung zu beachten sind (z.B. aufgrund verschieden großer Temperaturempfindlichkeiten).

Schließlich hat auch die Variantenanzahl bei Befestigungsformen zugenommen. Dies betrifft zum einen das Befestigungsprinzip (z.B. SMD (surface mounted device) im Vergleich zur Drahtbestückung), aber auch das Befestigungsverfahren (z.B. kleben, löten oder pressen) bzw. innerhalb eines Befestigungsverfahren die Auswahl des konkreten Befestigungsmittel (z.B. beim Löten die Auswahl von Löten mit unterschiedlichen Temperatur-, Benetzungs- oder Biegeeigenschaften). Nachwievor ist dabei die vollständige Umstellung auf bleifreie Lote nicht abgeschlossen. Die zu geringe Temperaturfestigkeit einzelner Bauteile ist dabei das Problem, da bisher alle Ersatzlote ohne Blei einen höheren Schmelzpunkt haben, Bauteile also stärker thermisch belastet werden.

Ein dritter Trend bei EMS, der ebenfalls die Heterogenität erhöht, ist die Anpassung an kleine Losgrößen mit großer Komplexität. Während in den ersten großen Verlagerungswellen von den OEM in Richtung EMS vor allem Massenproduktionen im Mittelpunkt standen, hat mittlerweile die Bedeutung kleinerer Losgrößen mit komplexeren Produktionsschritten zugenommen. Einen wichtigen Beitrag hierzu hat in Deutschland die Umstellung auf bleifreies Löten bewirkt, die viele mittelständische OEM z.B. aus dem Maschinenbau oder der Medizintechnik zur Aufgabe ihrer Elektronikfertigung veranlasst hat, so dass diese Fertigungen – häufig in Kleinserien mit spezifischen, nicht nur elektronischen Komponenten – nun von EMS gefertigt werden. Auf diesen Trend haben mittlerweile auch einige große EMS reagiert und eigene Organisationseinheiten gegründet, die sich insbesondere um solche Marktsegmente kümmern sollen. Ein Beispiel hierfür ist Flextronics, die Teile der von ihnen übernommenen Produktionsbetriebe von OEM (wie die Elektronikfertigung von Siemens Nixdorf in Paderborn) in die Division SBS (special business solutions) eingebbracht haben

Der Blick auf die **Märkte** verdeutlicht, dass ein erheblicher Unterschied besteht zwischen der Situation von EMS auf dem Weltmarkt und derjenigen dieser Unternehmen in Deutschland. Der Weltmarkt ist geprägt von hohen Wachstumsraten in der Vergangenheit: So hat der weltweite EMS-Umsatz seit den 90er Jahren jährlich um 18% zugelegt. Auch in den nächsten Jahren (bis 2012) wird ein leicht abgeschwächtes, aber immer noch zweistelliges Wachstum in Höhe von 10% pro Jahr erwartet. Wichtig war in der Vergangenheit bei Auslagerungen von OEM in Richtung EMS, dass durch eine Konzentration der Fertigung von Massengütern (wie Handys oder Spielekonsolen) Skaleneffekte in der Produktion realisiert werden konnten. Möglicherweise hat auch das Motiv einer Risikoverschiebung eine Rolle gespielt, da nun Nachfrageprobleme z.B. bei neu eingeführten Produkten nur noch z.T. den OEM belasten.

Für die Produktion der in Deutschland produzierenden EMS spielt die Nutzung von Skaleneffekten bei der Massenproduktion von Produkten hingegen kaum eine Rolle. Kunden aus dem Mittelstand mit geringen Losgrößen haben eine sehr viel größere Bedeutung. Entsprechend sind es auch weniger Produkte aus dem Konsumbereich, die gefertigt werden, sondern solche aus den Branchen KFZ-(Zuliefer-)Industrie, Maschinenbau, Medizintechnik und Informations- und Kommunikationstechnologie (mit vielen Produkten aus dem Investitionsgüterbereich). Verlagerungsgewinne von den OEM zu den EMS werden eher dadurch realisiert, dass die Elektronikfertigung für viele Kunden ein eher vernachlässigter Bereich jenseits der Kernkompetenzen darstellt. Der stärkere Blick auf die Elektronikfertigung sowie die moderne Bestückungsinfrastruktur bilden hier den Kern des Geschäftsmodells.

Aufgrund dieser Kundenstruktur ergeben sich im Vergleich zur Massenfertigung sehr unterschiedliche Anforderungen an ein EMS. So ist insbesondere der Umfang an Schnittstellenproblemen weitaus höher. Anders als bei großen OEM, die ein fertig entwickeltes Produkt über seinen Lebenszyklus in gegebenenfalls vorher festgelegter Menge unverändert bei einem EMS produzieren lassen, gibt es bei einem typischen mittelständischen Kunden im Laufe des Auftragsverhältnisses zwischen ihm und dem EMS vielfältige Kontakte, die Qualitäts- oder Mengenänderungen, veränderte Spezifikationen oder modifizierte Testroutinen betreffen können. Dies führt zur Notwendigkeit einer engen Kundenzusammenarbeit, die häufig einher geht mit räumlicher Nähe. So ist bisher in Deutschland der Anteil von OEM aus dem Mittelstand, die Aufträge an ein EMS im Ausland vergeben haben, sehr klein.

Diese Besonderheiten in Deutschland im Vergleich zum Weltmarkt spiegeln sich auch in der Unternehmenslandschaft wieder. So weist der Weltmarkt eine sehr große Konzentration auf: Die großen 6 (Solectron, Flextronix, Sanmina-SCI, Celestica, Jabil Circuit und Foxconn) haben einen Marktanteil von 62% bei einer Weltmarktgröße von 261 Mrd. \$ (2007).

Schon der Blick nach Europa verdeutlicht den Unterschied. Zunächst einmal ist hier das Marktvolumen deutlich kleiner (27 Mrd. € 2008) und zwar auch im Verhältnis zur Wirtschaftsleistung Europas.

Abb. 84 zeigt, dass in Europa eine große Anzahl kleiner Unternehmen mit Umsätzen unter 2 Mio. € existieren – knapp 40% der Unternehmen finden sich in dieser Größenklasse. Bei einer solchen Umsatzgröße ist es offenkundig, dass das Hauptaugenmerk dieser EMS nicht auf der Nutzung von Massenproduktionsvorteilen liegen kann, sondern dass hier kundenspezifische Produktionsleistungen im Mittelpunkt stehen. Insgesamt sind knapp 46% aller Beschäftigten in Unternehmen mit einem Umsatz von bis zu 50 Mio. € beschäftigt (Abb. 85) – auch hieran zeigt sich die Bedeutung von Wertschöpfung jenseits einer Größe, in der Massenproduktionsvorteile wie bei der Handauftragsfertigung eine Rolle spielen.

Abb. 84: Anzahl der Firmen im europäischen EMS – Markt nach Unternehmensgröße klassifiziert nach Umsatz in Mio. € (eigene Darstellung nach Elektronikpraxis Vogel 2008)

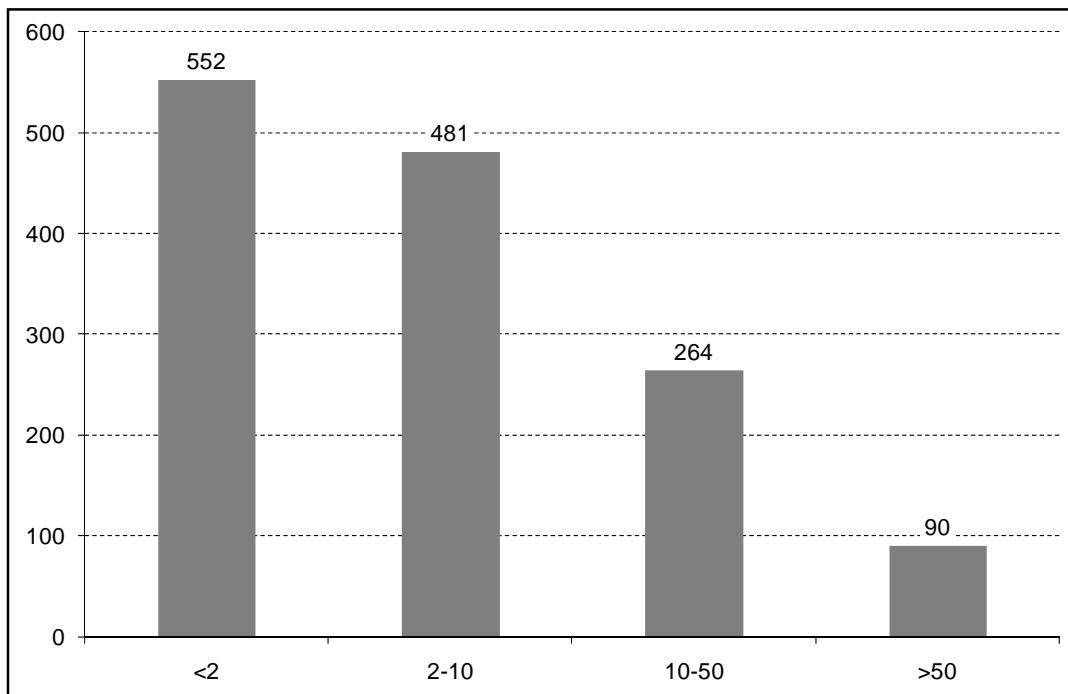
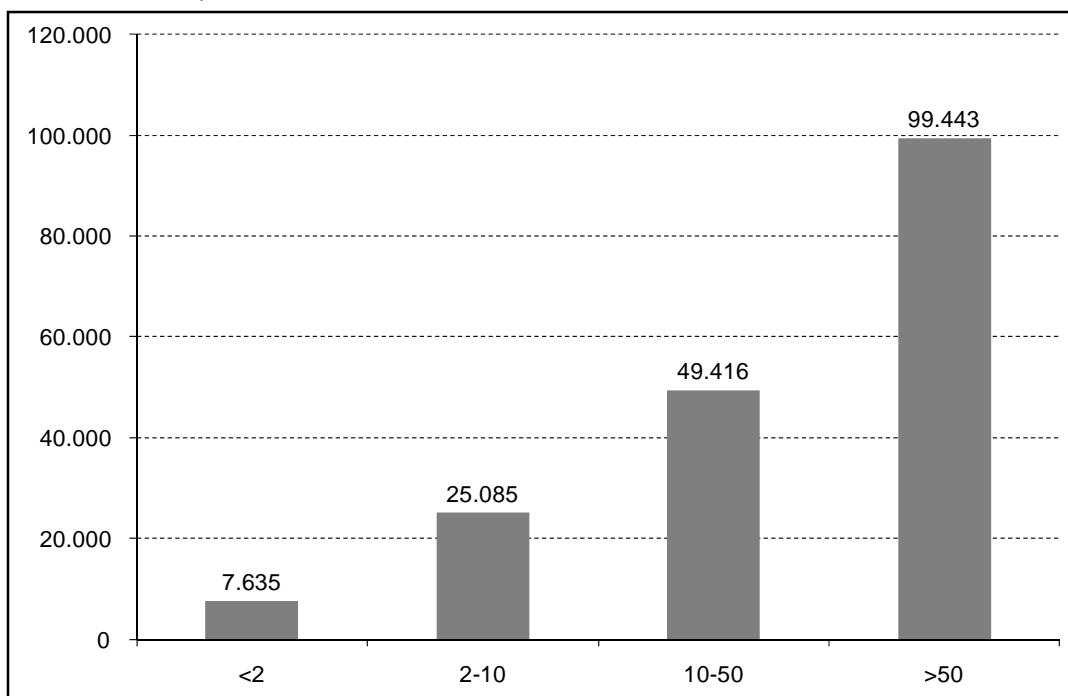


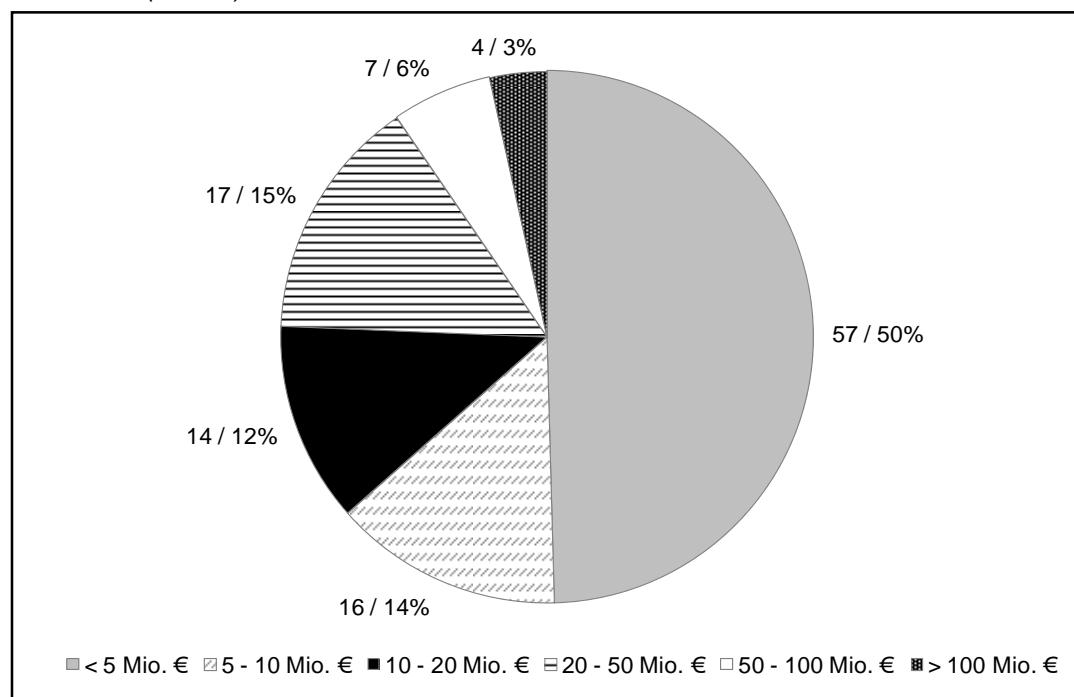
Abb. 85: Anzahl der MitarbeiterInnen in den Firmen des europäischen EMS-Marktes nach Unternehmensgröße (eigene Darstellung nach Elektronikpraxis Vogel 2008)



In Deutschland ist das Bild noch stärker orientiert auf kleinere EMS. Das Marktvolumen in Deutschland betrug nach Schätzungen 2003: 2,43 Mrd. € und dürfte inzwischen auf 3,7 – 4 Mrd. € angewachsen sein. Von den sechs großen internationalen EMS sind in Deutschland nur die ersten 4 mit eigener Produktion vertreten - Jabil Circuit und Foxconn fertigen hier nicht. Diese vier Unternehmen haben

aber lediglich einen Marktanteil von 3% (2004). Demgegenüber entfallen 50% des Umsatzes entfallen auf kleine Betriebe mit einem Umsatz kleiner 5 Mio. €. Nimmt man die Unternehmen noch hinzu, die in der Abb. 86 unter der Abschneidegrenze (Umsatz von weniger als 1 Mio. €) lagen, erhöht sich dieser Anteil auf deutlich über 50%, da sich hier noch rund 50 weitere Anbieter finden lassen.

Abb. 86: *Verteilung der Erlöse nach Unternehmensgröße von EMS in Deutschland (N=115)*



Die Unternehmenslandschaft in Deutschland ist auf der einen Seite geprägt von Unternehmen, die zu international tätigen Konzernen gehören. Hier werden z.T. sehr unterschiedliche Strategien verfolgt, wie Standorte in Deutschland, bei denen es sich ganz überwiegend um übernommene Fertigungen von OEM handelt, genutzt werden.

- Elcoteq (Finnland) mit rund 23.000 Beschäftigten insgesamt ist als EMS sehr stark auf den Bereich Kommunikationselektronik ausgerichtet. Es verfügt über ein Werk in Offenburg, konzentriert sich von dort aus bisher aber vor allem auf Bestandskunden des übernommenen Werks.
- Neways Electronics International N.V. (Niederlande) mit starker Konzentration auf die Niederlande hat 1.300 Beschäftigte. In Deutschland verfügt das Unternehmen über Werke in Kassel und Neunkirchen. Genutzt werden in Deutschland insbesondere die spezielle Kompetenzen im Bereich Entwicklung und Design erfordern.
- Celestica Inc. (Kanada) mit weltweit 46.000 Beschäftigten war aufgrund der Konzentration auf Aufträge mit hohem Volumen bisher nicht in Deutschland vertreten. Allerdings hat das Unternehmen 2005 eine Kooperation mit ml&s GmbH & Co. KG (Greifswald) abgeschlossen. ml&s wurde 2002 aus der Siemens AG ausgegründet, beschäftigt rund 280 Mitarbeiter und ist als EMS vor allem im Bereich Telekommunikation aktiv. Dieses Unternehmen kann auch geringe Stückzahlen bei großer Variantenanzahl bewältigen sowie die Logis-

tik-Funktionen von Celestica nutzen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass der Standort Greifswald zu einer Drehscheibe für weitere Celestica-Aktivitäten ausgebaut wird.

- Solelectron Corporation (USA) mit über 50.000 Beschäftigten weltweit wurde inzwischen von Flextronics übernommen. Selectron verfügte bisher über einen Standort in Deutschland. Dieses Werk in Herrenberg wurde in den letzten Jahren deutlich verkleinert. Hier wird ein ähnlicher Ansatz verfolgt wie dies Celestica mit der Kooperation mit ml&s vorführt: Der deutsche Standort spezialisiert sich auf anspruchsvolle Tätigkeiten im Bereich Prototyping-Service bis hin zum Ramp-up (und ist z.B. auch für Medizinprodukte nach ISO 13485 zertifiziert) und stellt das Tor zur weltweiten Organisation dar bei Anfragen zur Massenfertigung oder hinsichtlich bestimmter Funktionen (wie Logistik oder Einkauf). Nach der Übernahme durch Flextronics wurde Herrenberg geschlossen.
- Sanmina-SCI Corporation (USA) mit weltweit über 54.000 Beschäftigten verfolgte mit dem Standort Gunzenhausen in Deutschland ebenfalls eine ähnliche Strategie. Das Werk in Gunzenhausen wurde stark verkleinert und übernimmt Gateway-Funktionen zur weltweiten Organisation und Prototyping-Service. 2005 wurden hier noch rund 180 Mitarbeiter beschäftigt. Ein weiteres Werk in Karlsruhe, erst 2005 von Siemens übernommen, ist inzwischen geschlossen.
- Flextronics International Ltd. (Singapur) hatte rund 165.000 Beschäftigte (ohne Solelectron); nach der Integration von Solelectron werden es rund 200.000 sein. In Deutschland ist ein Werk in Paderborn vorhanden, dass sich besonders um Kunden mit kleinen Losgrößen und komplexeren Produkten kümmern soll, aber bisher noch sehr stark das aus der Siemens Nixdorf-Ära stammende Geschäft mit Servern betrieb. In Tübingen befindet sich noch ein Werk, dass ein spezielles KFZ-Segment bedient (Innenbeleuchtungssysteme) sowie in Böblingen ein Werk mit spezieller Datentechnik-Ausrichtung (Elektronikfertigung für Chip-Prüfanlagen).

Neben diesen international tätigen Unternehmen, die in der Tendenz die deutschen Niederlassungen vor allem als technische Kompetenzzentren und Gateway zur international verteilten Produktion nutzen, in geringeren Teilen aber auch die Nähe zu Kunden zu nutzen versuchen, ist noch eine größere Anzahl von Unternehmen vorhanden, die in Deutschland ihren Schwerpunkt haben.

- Prettl (Pfullingen) mit über 5.000 Beschäftigten verfügt über 30 Produktionsstandorte, von denen sieben in Deutschland liegen (Pfullingen, Bempflingen, Lübeck, Wernau, Neuruppin, Radeberg und Bad Salzdetfurth). Gefertigt wird eine große Bandbreite an Produkten von Systemblenden über Kabelkonfektionierungen bis hin zu Notstromaggregaten. Bei dem Standort in Lübeck handelt es sich um ein von Dräger übernommenes Elektronik-Werk. Die hauptsächliche Elektronikfertigung in Deutschland findet in Radeberg mit 210 Beschäftigten statt.
- Der Anbieter Paragon AG in Delbrück bei Paderborn mit 527 Beschäftigten konzentriert sich stark auf den Bereich Automotive und hat hier den letzten Jahren einige Fertigungen (z.B. von Bosch sowie von Kuhlmann (Halterungen

für Autotelefone)) übernommen. Besonders intensiv wird der Produktbereich Sensortechnik (und hier wiederum Luftgütesensoren) bearbeitet. Die Elektro-nikfertigung findet überwiegend am Standort Suhl statt.

- Zollner Elektronik AG (Zandt) ist mit 6.300 Mitarbeitern der größte EMS in Deutschland und gehört weltweit zu den Top 15 größten Unternehmen. Es bestehen acht Standorte in Deutschland, zwei in Ungarn und jeweils einer in Rumänien und in China. Die deutschen Werke sind nicht tarifgebunden; viele Standorte liegen in wirtschaftlich schwach entwickelten Regionen, zwei Produktionsstätten sind direkt an der Grenze zu Tschechien angesiedelt und werden teilweise mit tschechischen Arbeitskräften betrieben. Neben diesen Lohnkostenvorteilen verfügt Zollner seit über 30 Jahren über Erfahrungen insbesondere bei der Elektronikfertigung für Mittelständler, so dass hier ein ausgeprägtes Beziehungsnetzwerk bestehen dürfte. Insgesamt sind alle wesentlichen Fertigungsmöglichkeiten vorhanden, die für das EMS-Geschäft notwendig sind (bis hin zu Kompetenzen im Bereich Mechanik).
- BuS-Elektronik GmbH & Co. KG (Riesa) mit knapp 500 Mitarbeitern hat sich dynamisch entwickelt. Seit 2004 wurden 140 neue Mitarbeiter eingestellt, und das Unternehmen wächst hinsichtlich Umsatz und Produktionsfläche seit seiner Gründung 1991 stetig. Die fehlende Tarifbindung bei einem relativ hoch qualifizierten regionalen Arbeitsmarkt (in Riesa produzierte VEB Robotron mit über 1.000 Mitarbeitern) stellen gute Voraussetzungen dar.

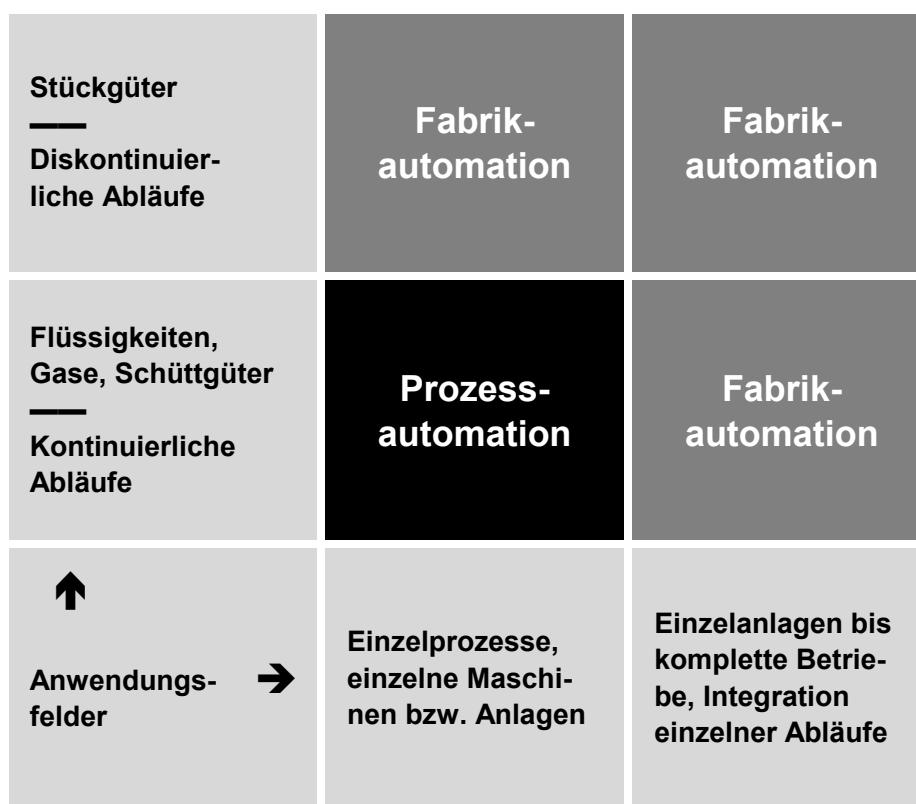
All diesen Unternehmen ist zu eigen, dass sie zwar in Deutschland produzieren, aber zumindest ein Großteil der Produktion nicht mit Beschäftigten erfolgt, denen ein regulärer (westdeutscher) Tariflohn gezahlt wird. Hierin besteht gegenüber den OEM, die sehr viel häufiger tarifgebunden sein dürften, ein Kostenvorteil.

5 Vertiefungsbereich Automatisierungstechnik

5.1 Die Automatisierungstechnik im Überblick

Bei der Automatisierungstechnik handelt es sich um Produkte und Technologien, die in anderen Branchen zur Automatisierung und zur zentralen, übergreifenden Steuerung von Abläufen und Produktionsanlagen eingesetzt werden. Die Anwendungsbereiche umfassen dabei verschiedene Industriebranchen, Einrichtungen zur Energieversorgung sowie zur Wasserver- und -entsorgung. Je nach Anwendung wird dabei zwischen Prozess- und Fabrikautomation unterschieden (vgl. Abb. 87).

Abb. 87: Anwendungsfelder von Prozess- und Fabrikautomatisierungstechnik

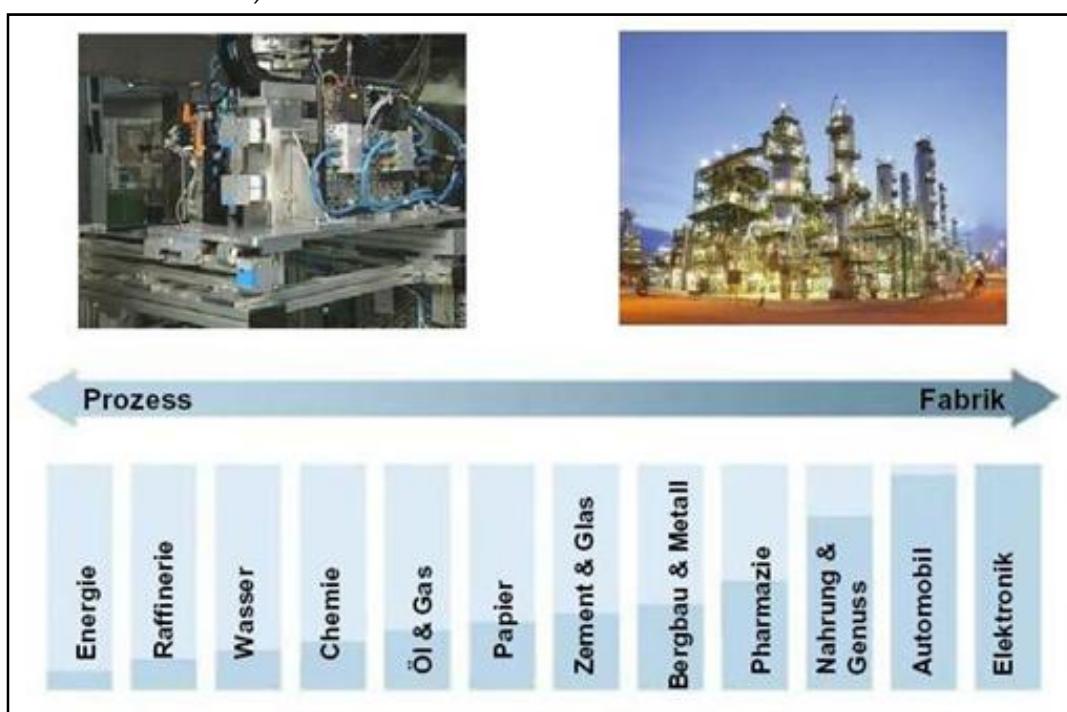


Grundsätzlich umfasst die Prozessautomatisierung die Steuerung kontinuierlicher Abläufe von Einzelprozessen und Anlagen: Die Basis hierzu bildet die Überwachung von Flüssigkeiten, Gasen und Schüttgütern im Hinblick auf Druckzustände, Festigkeiten, Gewichte, Temperaturen, Zeiten oder Umgebungsbedingungen (mechanische Schocks, Vibrationen, Feuchtigkeit, Staub etc.). Die Produkte reichen dabei von einzelnen Sensorelementen bis zu messenden oder schaltenden Systemen und werden in Investitionsgütern bzw. Produktionsmitteln (Maschinen, Anlagen, Werkzeugen) wie auch in Gebrauchsgütern (Automobil, Prozesssteuerungsanlagen, IT, Haushaltsgeräten, Unterhaltungselektronik) eingesetzt. Die wichtigsten Abnehmerbranchen mit höchsten Komplexitäts- und Sicherheitsansprüchen bilden die Bereiche Chemie, Petrochemie, Pharmazie, Wasserwirtschaft sowie Zement und Glas.

Die Fabrikautomation als zweiter Bereich der elektrotechnischen Automation bezieht sich auf die Steuerung und Regelung der Produktion von Stückgütern in industriellen Anlagen. Die zentralen Anforderungen beziehen sich auf die Zuverlässigkeit und Langlebigkeit der Anlagen, eine maximale Genauigkeit sowie kurze Reaktionszeiten. Das Angebotsspektrum reicht dabei von einzelnen Sensorelementen bis zu kleinen Prozesssteuerungsanlagen in Maschineneinheiten, die aus verschiedenen Maschinen und zentralen Steuerungsgeräten bestehen. Ihre Kunden erreichen die Hersteller von Lösungen zur Fabrikautomation vorwiegend im Direktgeschäft des Maschinen- und Anlagenbaus für die Branchen Automobil, Nahrung- und Genussmittel sowie Pharmazie.

In der Praxis der Abnehmerbranchen werden zumeist beide Bereiche ergänzend angewendet, wenn beispielsweise in der pharmazeutischen Industrie die Wirkstoffe mit Hilfe der Prozessautomatisierung hergestellt und anschließend mittels fabrikautomatisierter Anlagen verpackt werden (vgl. Abb. 88). Dabei sind die Abgrenzungen zwischen der Prozess- und der Fabrikautomation in der Praxis nicht immer trennscharf.

Abb. 88: Automatisierungsstruktur der Abnehmerbranchen (eigene Darstellung nach Veit 2008)



Die Mess- und Steuerungstechnik gehört als Investitionsgüterindustrie zu den starken Impulsgebern des technischen Fortschrittes und des Wachstums im Verarbeitenden Gewerbe. Die Leistungen der Branche decken dabei das breite Spektrum der unterschiedlichen produktionstechnischen Strategien ihrer Kunden ab. So unterstützen die Automatisierungslösungen zum einen den kapitalintensiven Entwicklungspfad (als Rationalisierungsinvestition mit negativen Arbeitsplatzwirkungen bei ihren Kunden), indem sie mit hoch entwickelter Sensorik und Verbindungstechnik in Echtzeit hochautomatisierte Produktionsanlagen ermöglichen. Zum anderen verändern sie z.B. im Rahmen (halb-)automatischer Robotiklösungen das Verhältnis von menschlicher Arbeit und Technikeinsatz. Mit der

steigenden Komplexität von Produktionsabläufen und zunehmendem Einsatz von Automatisierungslösungen verändern sich auch die Qualifikationsanforderungen an die Beschäftigten. Wo z.B. Automatisierungslösungen auf der einen Seite Montagearbeitsplätze ersetzen, führen sie auf der anderen Seite zu einem erhöhten Bedarf an Kompetenzen im Bereich der Maschinenbedienung.

Umgekehrt ist es ein wichtiges Kennzeichen der Branche, dass marktgängige Produktideen der Mess- und Steuerungstechnik jedoch auch erst in der konkreten Auseinandersetzung mit den praktischen anlagenspezifischen Leistungsanforderungen ihrer Kunden spezifiziert und weiterentwickelt werden. Die engen Kundenkontakte zu den wichtigen Anwendungsbranchen sind ihrerseits ein wichtiger Treiber der technischen Entwicklung in der Branche. Durch die zumeist technologisch führende Wettbewerbsposition der Kunden (wie z.B. im Anlagenbau) werden höchste Anforderungen an die technische und Lösungskompetenz der Hersteller von Automatisierungstechnik gestellt.

Die Verschränkungen der verschiedenen zum Einsatz kommenden Technologien und der Anwendungsfelder kommen auch in der Statistik zum Ausdruck: Geräte und Instrumente zur Automatisierung sind in vielen Fällen elektrotechnischer Natur, können allerdings auch auf optischer oder mechanischer Technik basieren. Unabhängig davon werden diese Produkte in der amtlichen Statistik zunächst vollständig im Wirtschaftszweig Mess-, Kontroll-, Navigationsinstrumente und -vorrichtungen (WZ 33.20) zusammengefasst und der Elektroindustrie zugeordnet, darunter jedoch noch in elektrische, optische und mechanische Produkte unterschieden (vgl. Abb. 89). Die Herstellung von Steuerungseinrichtungen für industrielle Prozesse wird neben den Mess-, Kontroll- und Navigationsinstrumenten als eigenständiger Wirtschaftszweig (WZ 33.30) geführt. Er bildet zusammen mit dem Fachzweig Elektrische Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumente und Vorrichtungen (33.20.1) in der amtlichen Statistik die elektrotechnische Automatisierungstechnik. Soweit die Datenlage dies zulässt, beziehen sich im Folgenden die statistischen Angaben auf diesen Bereich.

Abb. 89: *Die Fachzweige der elektrotechnischen Automatisierung (dunkelgrau) in der amtlichen Statistik*

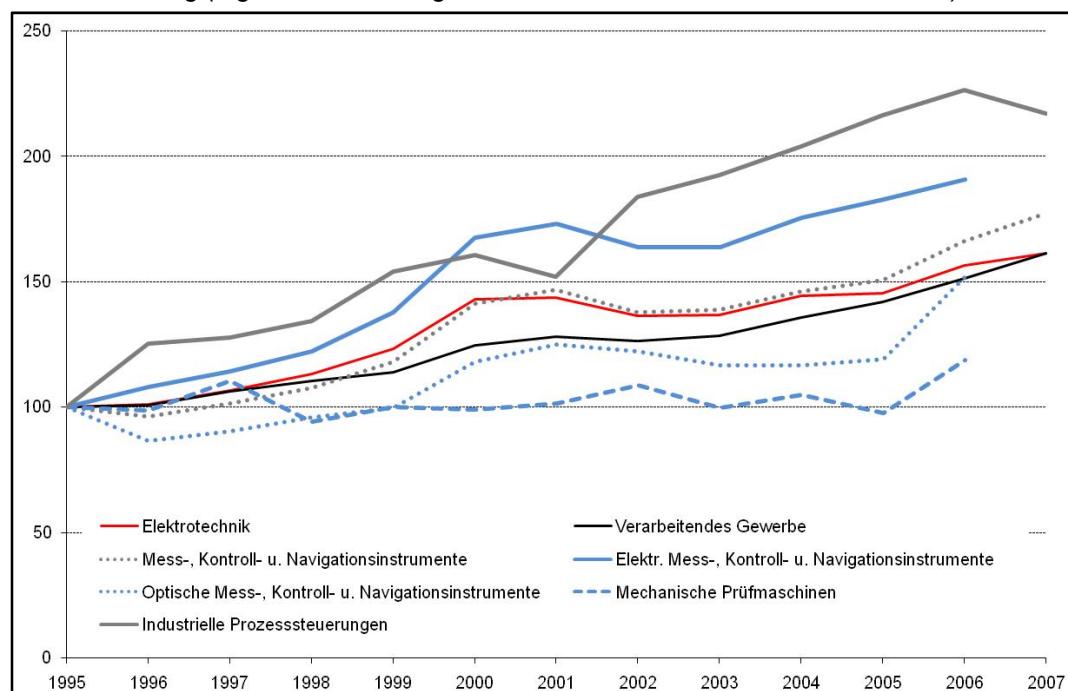
| 33 | Herst. von Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik und Uhren |
|----------------|--|
| 33.10 | Herstellung von medizinischen Geräten und orthopädischen Erzeugnissen |
| 33.10.1 | Herstellung von elektromedizinischen Geräten und Instrumenten |
| 33.10.2 | Herstellung von medizintechnischen Geräten |
| 33.10.3 | Herstellung von orthopädischen Erzeugnissen |
| 33.10.4 | Zahntechnische Laboratorien |
| 33.20 | Herst. von Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten u. Vorrichtungen |
| 33.20.1 | Elektrische Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten u. Vorrichtungen |
| 33.20.2 | Optische Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten und Vorrichtungen |
| 33.20.3 | Mechanische Prüfmaschinen |
| 33.30 | Herstellung von industriellen Prozesssteuerungseinrichtungen |
| 33.40 | Herstellung von optischen und fotografischen Geräten |
| 33.50 | Herstellung von Uhren |

5.2 Wirtschaftliche Entwicklung der Automatisierungstechnik

5.2.1 Umsatz und Beschäftigung

Die Automatisierungstechnik gehört innerhalb der Elektroindustrie zu den Bereichen, die sich am günstigsten entwickeln. Der Gesamtumsatz der elektrotechnischen Automatisierungstechnik (WZ 33.20 und 33.30) lag im Jahr 2006¹¹ bei 15,7 Mrd. €. Dies entspricht 8,2% der gesamten Elektroindustrie. Seit 1995 ist der Umsatz der elektrotechnischen Automatisierungstechnik damit im Jahresdurchschnitt um 8,6% gestiegen, in der gesamten Elektroindustrie waren es dagegen nur jahresdurchschnittlich 5,1%. Am erfolgreichsten entwickelte sich dabei der Umsatz in der Herstellung von industriellen Prozesssteuerungen (+11,5% p.a.). Die elektrischen Mess-, Kontroll- und Navigationsinstrumenten erreichten von 1995 bis 2006 immerhin noch ein durchschnittliches Umsatzwachstum 8,3% p.a.. Im Verlauf zeigten sich nach der wachstumsstarken zweiten Hälfte der 90er Jahre in 2001/2002 zwei Jahre mit leichten Rückgängen bzw. einer Stagnation auf dem erreichten Niveau, bevor bis 2006 wiederum Wachstumsraten im Trend der späten 1990er Jahre erreicht werden. Bei den industriellen Prozesssteuerungen wurde dieser Wachstumstrend von 2006 auf 2007 mit einem Umsatzrückgang von 4,2% allerdings unterbrochen (vgl. Abb. 90).

Abb. 90. Umsatzentwicklung der Mess- und Steuerungstechnik – Anteile und Veränderung (eigene Berechnung nach Daten des Bundesamtes für Statistik)



Der Blick auf die anderen Sparten der Mess-, Kontroll- und Navigationsinstrumente macht deutlich, dass sich elektrotechnische Automatisierungslösungen im Vergleich zu mechanischen und optischen Systemen deutlich günstiger entwickeln:

¹¹ Für den 5-Steller der elektrischen Mess-, Kontroll- und Navigationsinstrumente (WZ 33.32.1) sind keine Zahlen für das Jahr 2007 verfügbar.

Die Hersteller mechanischer Produkte haben im Jahr 2005 nicht mehr umgesetzt als 1995, erst die gute Konjunktur hat dann 2006 zu einer deutlichen Steigerung geführt. Der Umsatz mit optischen Mess-, Kontroll- und Navigationsinstrumenten ging in den 90er Jahren zeitweise sogar zurück, um dann jedoch anzusteigen; auch hier gab es von 2005 auf 2006 ein besonders starkes Jahr, so dass sich für die Jahre von 1999 bis 2006 insgesamt ein jahresdurchschnittliches Umsatzwachstum von 4,7% ergab, das damit jedoch immer noch deutlich hinter den elektrischen Instrumenten zurückblieb. Hier kommt zum Ausdruck, dass bei Automatisierungslösungen in den vergangenen Jahren und in zunehmend mehr Einsatzbereichen immer stärker elektrisch-elektronische Technologien angewendet werden, die traditionelle mechanische Lösungen ergänzen und mit optischen Technologien („Optoelektronik“) verknüpft werden.

Der Blick auf die Güterproduktion (vgl. Abb. 91) verdeutlicht, dass alleine die Messgeräte für Dichte und Druck sowie Instrumente zur elektrischen Materialprüfung und Zählgeräte zusammen knapp die Hälfte der gesamten Automatisierungstechnik ausmachen und die Produktion gerade in den letzten Jahren stark gestiegen ist. Starkes Wachstum verzeichnen auch Thermostate als die drittgrößte Produktgruppe. Am stärksten stieg die Produktion zuletzt bei den Navigationsinstrumenten an, die sich im Straßenverkehr weitgehend durchgesetzt haben, mit einem Anteil von 1,6% allerdings auch 2007 immer noch eine völlig untergeordnete Rolle spielen. Starkes Wachstum ist auch bei der Installation, Instandhaltung und Reparatur zu verzeichnen – ähnlich wie im Maschinenbau entwickeln in den letzten Jahren auch zunehmend Hersteller von Automatisierungstechnik solche After-Sales-Leistungen als wachsendes Geschäftsfeld.

Abb. 91: *Produktionswerte der Mess- und Steuerungstechnik – Anteile und Veränderung (eigene Berechnung nach Daten der Güterproduktionsstatistik des Bundesamtes für Statistik)*

| Produkte (WZ-Nummer) | Produktionswert 2007 | Anteil 2007 | Veränderung 2002-2007* |
|--|-------------------------|---------------|------------------------|
| Navigationsinstrumente (33201) | 313.468.000 € | 1,6% | +59,5% |
| Funkmess- und Steuergeräte (33202) | 982.030.000 € | 5,1% | +25,2% |
| Mechanische Zeichen- u. Messgeräte (33203) | 175.565.000 € | 0,9% | -6,7% |
| Messgeräte für elektrische Größen (33204) | 1.127.329.000 € | 5,8% | +0,9% |
| Messgeräte für Dichte, Druck u.a. (332005) | 4.396.243.000 € | 22,7% | +46,3% |
| Elektr. Materialprüfung und Zählgeräte (33206) | 4.913.765.000 € | 25,4% | +34,1% |
| Thermostate (33207) | 2.862.758.000 € | 14,8% | +44,0% |
| Teile und Zubehör (33208) | 2.226.695.000 € | 11,5% | +40,0% |
| Installation, Reparatur u. Instandhalt. (33209) | 839.271.000 € | 4,3% | +54,2% |
| Prozesssteuerungseinrichtungen (333) | 1.505.913.000 € | 7,8% | +33,3% |
| Automatisierungstechnik insg. (332 + 333) | 19.343.037.000 € | 100,0% | +42,1% |

*) Bei Funkmess- und Steuergeräten für 2003-2007

Das Wachstum der Branche hat sich schließlich auch in einer Ausweitung der Beschäftigung in der elektrotechnischen Automatisierungstechnik niedergeschlagen. Von 1995 bis 2006 stieg die Zahl der Arbeitsplätze von 71.500 auf 82.100 Beschäftigte und damit um 14,8% (vgl. Abb. 92). Damit gehörte dieser Bereich

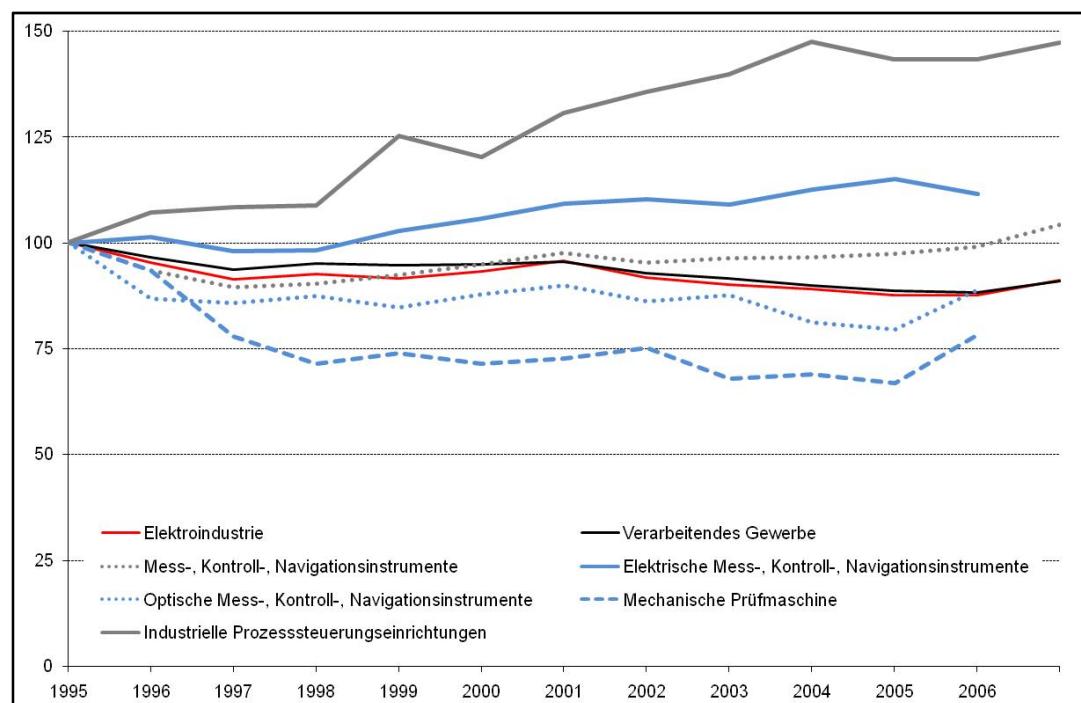
innerhalb der gesamten Elektrotechnik (-12,3% im gleichen Zeitraum) zusammen mit der Herstellung Elektronischer Bauelemente (+19,3%) und der Medizintechnik (+15,8%) zu den Stützen der Beschäftigungsentwicklung. Dagegen stagniert die Beschäftigung in der Herstellung optischer Instrumente. In der Herstellung mechanischer Instrumente ging von 1995 bis 2006 mehr als ein Fünftel aller Stellen verloren. Der weit überwiegende Teil der Beschäftigung (2006: 71.700) ist im Bereich der Mess-, Kontroll- und Navigationsinstrumente angesiedelt. Knapp 10.500 Beschäftigte arbeiteten im Jahr 2007 im Bereich der Prozesssteuerungen (vgl. Abb. 92 und Abb. 93). Die Aussagekraft der amtlichen Statistik wird indessen beeinträchtigt durch den branchenspezifischen Trend zur Auslagerung von Unternehmensteilen (z.B. im Engineering). Weil der zugehörige Beschäftigungsaufbau statistisch nicht dem Bereich der Elektrotechnik sondern den Dienstleistungen zugeordnet wird, unterzeichnet der Verlauf die reale Beschäftigungsentwicklung.

Abb. 92: *Beschäftigte in den Fachzweigen der Automationstechnik (eigene Berechnung nach Daten des Bundesamtes für Statistik)*

| Wirtschaftszweig | 1995 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 33.20 Mess-, Kontroll-, Navigationsinstrumente | 108.942 | 103.287 | 106.364 | 103.852 | 105.055 | 105.245 | 106.079 | 107.896 |
| davon: | | | | | | | | |
| 33.20.1 Elektr. Mess-, Kontroll-, Navigationsinstrumente | 64.247 | 67.891 | 70.219 | 70.923 | 70.119 | 72.380 | 73.930 | 71.687 |
| 33.20.2 Opt. Mess-, Kontroll-, Navigationsinstrumente | 33.536 | 29.395 | 30.156 | 28.903 | 29.337 | 27.180 | 26.642 | 29.757 |
| 33.20.3 Mechanische Prüfmaschine | 8.241 | 5.890 | 5.989 | 6.189 | 5.600 | 5.685 | 5.507 | 6.453 |
| 33.30 Industrielle Prozesssteuerungseinrichtungen | 7.276 | 8.740 | 9.496 | 9.860 | 10.163 | 10.722 | 10.425 | 10.419 |
| Summe gesamte Automation (33.20 + 33.30) | 116.218 | 112.027 | 115.860 | 113.712 | 115.218 | 115.967 | 116.504 | 118.315 |
| Summe elektrotechnische Automation (33.20.1 + 33.30) | 71.523 | 76.631 | 79.715 | 80.783 | 80.282 | 83.102 | 84.355 | 82.106 |

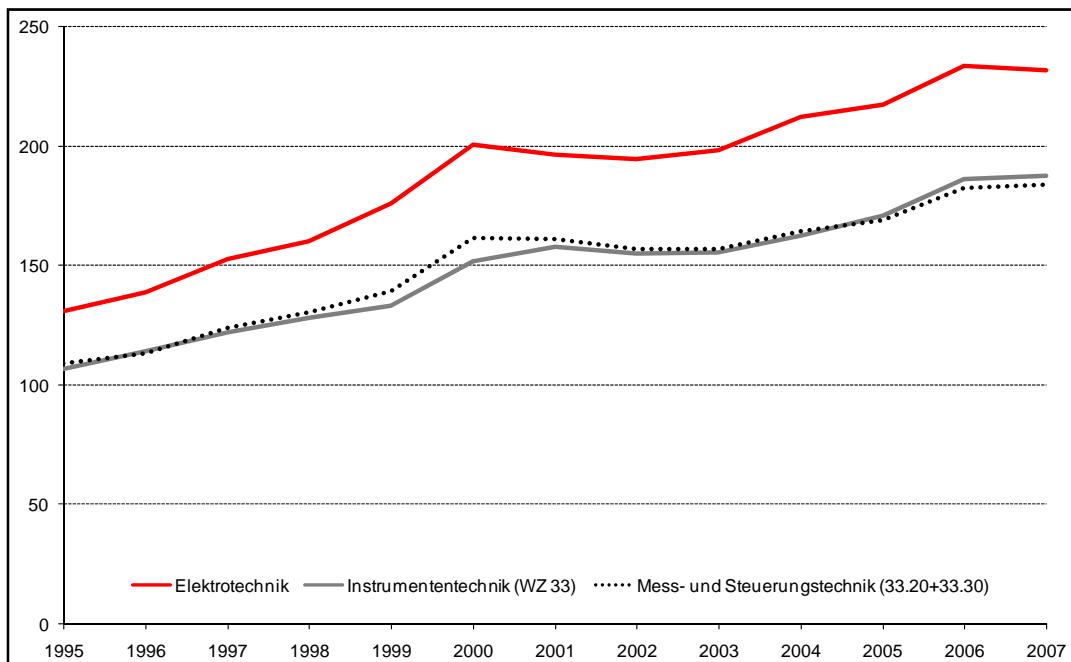
*) Entwicklung bei 5-Stellern für 1995-2006

Abb. 93: *Beschäftigtenentwicklung der Mess- und Steuerungstechnik – Anteile und Veränderung (eigene Berechnung nach Daten des Bundesamtes für Statistik)*



Der Umsatz je Mitarbeiter hat in der Mess- und Steuerungstechnik im Jahr 2007 einen Wert von 184.000 Euro pro Beschäftigten erreicht und ist damit seit 1995 um 69% gestiegen (vgl. Abb. 94). Allerdings lag der Pro-Kopf-Umsatz damit immer noch deutlich unter dem Durchschnitt der gesamten Elektroindustrie, die zudem eine stärkere Dynamik aufweist (+77%). Dieser Umstand deutet auf eine nach wie vor hohe Wertschöpfungstiefe hin, mit der die Branche ihre Produkte erstellt (vgl. Abb. 94).

Abb. 94: Entwicklung des Umsatzes je Mitarbeiter (Angaben in 1.000 Euro, eigene Berechnung nach Daten des Bundesamtes für Statistik)



Auch nach mehreren Rekordjahren in Folge mit teilweise zweistelligen Wachstumsraten (z.B. in der deutschen Sicherheitstechnik oder der weltweiten Prozessautomatisierung) und trotz des Umsatzrückgangs bei den elektrischen Mess-, Kontroll- und Navigationsinstrumenten von 2006 auf 2007 sieht die Automatisierungsbranche zum Ende des Jahres 2008 auch durch die absehbaren realwirtschaftlichen Auswirkungen der Finanzkrise keine Stagnationstendenzen. Innerhalb der nächsten Jahre erwarten ZVEI und Unternehmen vielmehr weiteres Wachstum von mittleren einstelligen Prozentwerten, für den Weltmarkt wird ein Zuwachs von durchschnittlich sechs bis acht Prozent pro Jahr prognostiziert.

Grundsätzlich kommen der Schlüsselbranche Automatisierung die breite Streuung und die Vielfältigkeit ihrer Abnehmerstrukturen zugute. Konjunkturelle Schwankungen in einzelnen Kundensegmenten schlagen so weniger auf die Branche durch. Im Übrigen sind die Leistungen der Automatisierungstechnik in jeder konjunkturellen Phase gefragt: In Boomphasen stehen bei den Abnehmern Investitionen für Kapazitätserweiterungen im Vordergrund, während in rezessiven Phasen dann Rationalisierungsinvestitionen für Nachfrage sorgen.

5.2.2 Qualitative Aspekte von Beschäftigung

Die Beschäftigung in der Mess- und Steuerungstechnik befindet sich im Umbruch. Dies gilt insbesondere für die gewerblichen Bereiche, in denen einfache Arbeitsplätze zumeist bereits entfallen sind. Dafür entstehen beispielsweise in der flexiblen Montage neue anspruchsvolle Arbeitsplätze der Maschinenbedienung mit zusätzlichen Aufgabenfeldern und Verantwortungsbereichen. Die direkte Maschinenbedienung gestaltet sich durch die Einrichtung, Überwachung und Steuerung der Abläufe komplexer als zuvor. Hinzu kommen neue Aufgaben, die aus den größeren Verantwortungsbereichen resultieren. So sind beispielsweise für eine effektive Kapazitätssteuerung der Produktion auf Werkstattebene Kenntnisse über die verschiedenen Produkte genauso notwendig wie Hintergrundinformationen über die zugrundeliegenden Produktionsprozesse, die eingesetzte Technologie, das Arbeitsumfeld sowie die Herstellkosten.

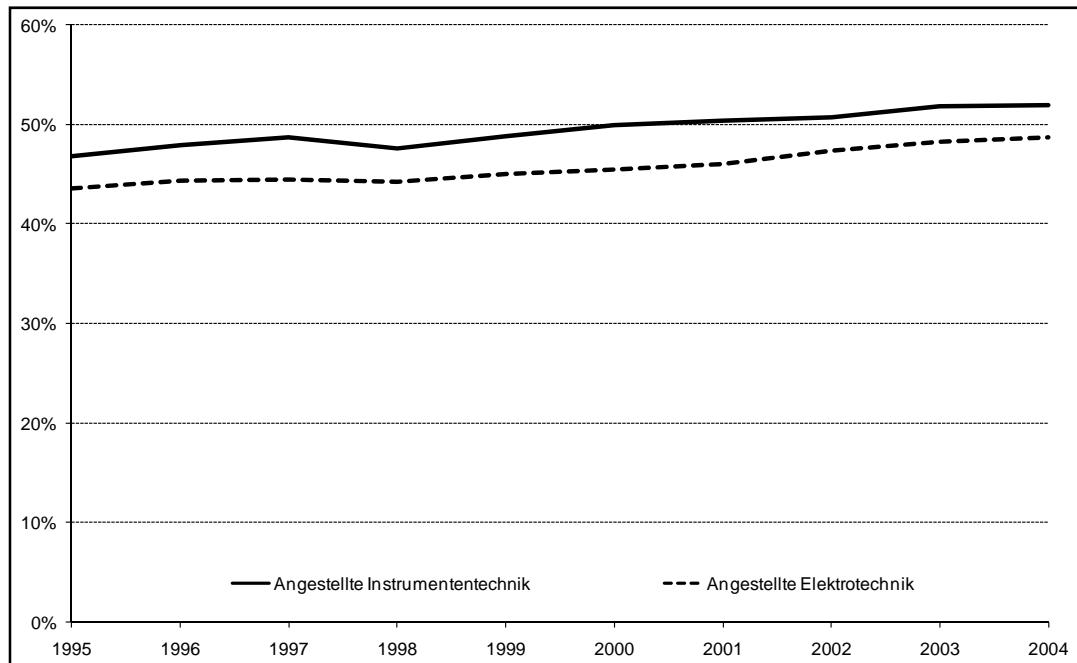
Auf der arbeitsorganisatorischen Ebene lässt sich beobachten, dass in den Betrieben der elektrotechnischen Automatisierung die dominierende Fließfertigung in der kundenspezifischeren Produktion durch dezentrale Gruppenebenen ergänzt. Eine Delegation von Steuerungsaufgaben und Verantwortlichkeiten gewährleistet so eine höhere Produktionsflexibilität und schafft die Voraussetzungen für eine schnelle, variable und zuverlässige Lieferfähigkeit. Darüber hinaus wirken sich Änderungen in der Arbeitsorganisation, kontinuierliche Prozessoptimierungen und neue Formen der Arbeitsplatzgestaltung auf die Arbeit der Beschäftigten aus.

Für die Zukunft der gewerblichen Arbeit zeichnet sich damit offenbar keine Vereinfachung der Tätigkeiten ab, wie sie derzeit etwa im Zusammenhang mit der Einführung von Toyota Produktionskonzepten in der Automobilindustrie diskutiert wird. Vielmehr ergeben sich sowohl in der Fertigung, die das technologische Innovationszentrum ergänzt, als auch im Rahmen der kundenindividuellen Fertigung zusätzliche Aufgabenstellungen und Verantwortungsbereiche – jedoch nur für qualifizierte Mitarbeiter, wodurch sich die Struktur der Beschäftigungsmöglichkeiten erheblich verändern dürfte.

Diese von Betriebsräten geschilderten Entwicklungen schlagen sich auch in der Statistik nieder: In der Instrumententechnik (WZ 33) repräsentieren die Angestellten seit dem Jahr 2001 die Mehrheit der Beschäftigten und haben bis zum letzten statistisch erfassten Jahr 2004 einen Anteil von 52,0% erreicht. Der Anstieg des Angestelltenanteils seit 1995 liegt in der Instrumententechnik (+11,1%) damit im Trend der gesamten Branche (+11,7%). Dies zeichnet den anhaltenden Bedeutungsgewinn der Angestelltentätigkeiten vor allem im Engineering nach. Auf der anderen Seite geben die Werte ggf. auch Hinweise auf die Verlagerungstendenzen von Produktionskapazitäten in anderen Branchensegmenten.

Der Angestelltenanteil der Elektrotechnik liegt im Vergleich mit den übrigen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes an der Spitze. Gegenüber der Metallverarbeitung weist sie nicht nur traditionell höhere Werte aus (im Jahr 2002 48,7% zu 37,4%), sondern entwickelt sich auch mit einer deutlich höheren Dynamik (1995 bis 2002 +4,1% zu +1,9%) (vgl. Abb. 95).

Abb. 95: Entwicklung des Angestelltenanteils – Anteile (eigene Berechnung nach Daten des Bundesamtes für Statistik)



Die Qualifikationsstruktur der Mess- und Steuerungstechnik lässt deutlich die hohen Qualifikationsanforderungen der Unternehmen und die Wissensintensität ihrer Produkte erkennen. Diese zeigen sich zum einen in dem hohen Anteil an Hochschulabsolventen von 20%, mit dem die Branche innerhalb der Elektrotechnik wie im Verarbeitenden Gewerbe in der Spitzengruppe liegt. Die Werte der Hersteller von elektrischen Mess- und Prüfinstrumenten liegen noch über 22%. Zudem hat sich die Entwicklung seit 1999 von 18% kontinuierlich vollzogen und lässt auf die starke und zunehmende Engineering-Orientierung der Branche schließen.

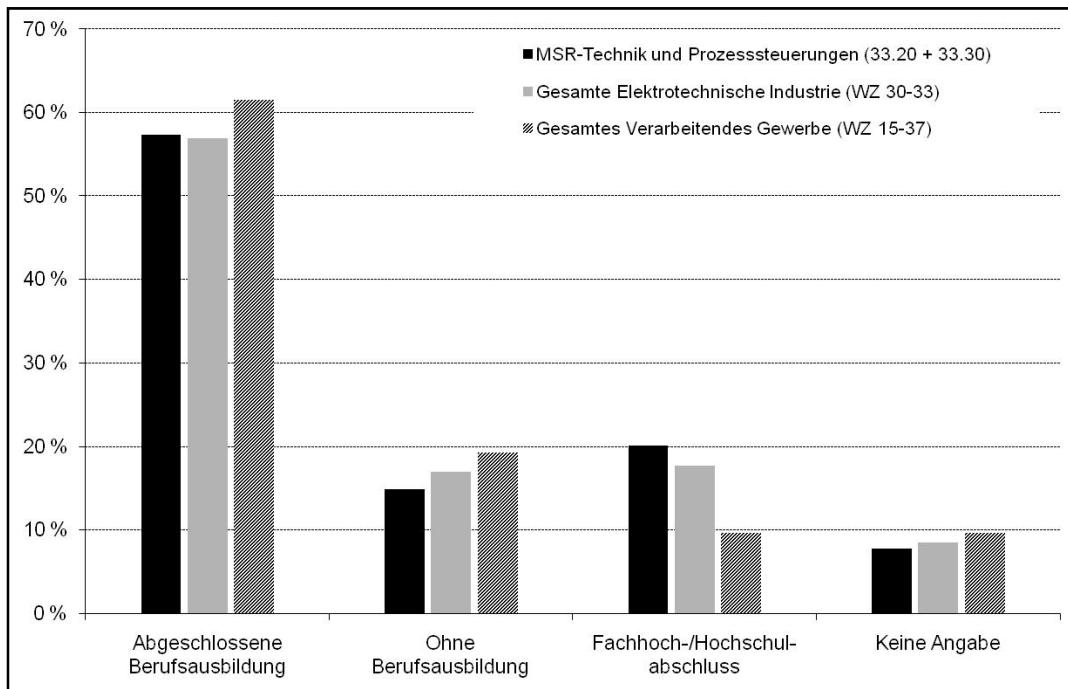
Während bei den Beschäftigten mit Berufsausbildung eine relativ große Konstanz festgestellt werden kann, ist der Anteil ungelerner Mitarbeiter deutlich gesunken – im Vergleichszeitraum von 18% auf unter 15%. Auch hier werden die Branche innerhalb der Elektrotechnik nur von zwei Bereichen (Telekommunikation und der Medizintechnik) unterschritten. Die Entwicklung verweist auf den Abbau einfacher Montagearbeitsplätze, die auch im gewerblichen Bereich steigenden Qualifikationsanforderungen an die Beschäftigten sowie Verlagerungen gewerblicher Arbeitsplätze (vgl. Abb. 96).

5.2.3 Außenhandel und Wettbewerbsposition

Der Auslandsumsatz der gesamten Mess- und Steuerungstechnik (WZ 33.20 und 33.30) erreichte im Jahr 2007 ein neues Rekordniveau von 11,7 Mrd. Euro und hat sich seit dem Jahr 1995 insgesamt um 173% erhöht. Die Branche liegt damit deutlich über der gesamten Elektrotechnik mit einer Steigerungsrate von 121%. Gemeinsam mit den Elektronischen Bauelementen sowie der Medizintechnik bil-

det sie die Spitze der gewichtigen elektrotechnischen Fachzweige mit kontinuierlich positiver Entwicklung. Der ebenfalls bedeutende Fachzweig der Telekommunikation hat hingegen nach seinem rasanten Anstieg in den neunziger Jahren allein seit dem Jahr 2005 ein gutes Drittel seiner Exportumsätze eingebüßt. Ihren Auslandsanteil konnte die Mess- und Steuerungstechnik insgesamt auf 51% steigern und übertrifft auch hier die Elektrotechnik mit 48,5%.

Abb. 96: Qualifikationsstruktur der Instrumententechnik im Jahr 2007 (eigene Berechnung nach Daten der Agentur für Arbeit)



In der Teilbranche der elektrischen Mess-, Kontroll- und Navigationsinstrumentenhersteller haben sich die Auslandsumsätze seit 1995 auf 7,3 Mrd. Euro glatt verdreifacht. Sie haben bereits im Jahr 2000 zum ersten Mal die inländischen Umsätze übertroffen, die ihrerseits bis auf eine leichte Stagnation nach der 9-11-Krise in den Jahren 2002/03 einen ungebrochenen Wachstumskurs aufweisen (vgl. Abb. 97).

Die zweite Teilbranche der industriellen Prozesssteuerungen (vgl. Abb. 98) weist eine noch stärkere Dynamik auf und verfünfacht ihre Auslandsumsätze seit 1995 auf 0,7 Mrd. Euro. Von einem geringeren Ausgangsniveau kommend tragen sie heute 37% des Gesamtumsatzes. Die außerordentlich positive Entwicklung beider Teilbereiche ist dabei sicherlich in einem großen Maße auf den anhaltend hohen Automatisierungsdruck ihrer Abnehmerbranchen zurückzuführen. Die internationalen Kunden haben in den deutschen Herstellern – die ihrerseits die Chance zur Internationalisierung genutzt haben - ihre Partner für maßgeschneiderte Lösungen gefunden. Angeboten werden Technologien, die den jeweiligen Marktbedürfnissen angepasst sind. Sie verlangen etwa einfachere Low-Cost-Lösungen oder Service-Angebote vor Ort. Dabei folgt der Internationalisierungsgrad der stärker klein- und mittelständisch strukturierten Prozesssteuerungsunternehmen den elektrischen Instrumentenherstellern mit einer hohen Dynamik nach.

Abb. 97: Entwicklung von Auslands- und Inlandsumsatz in der Herstellung von Elektrischen Mess-, Kontroll-, Navigationsinstrumenten (WZ 33.20.1) (eigene Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

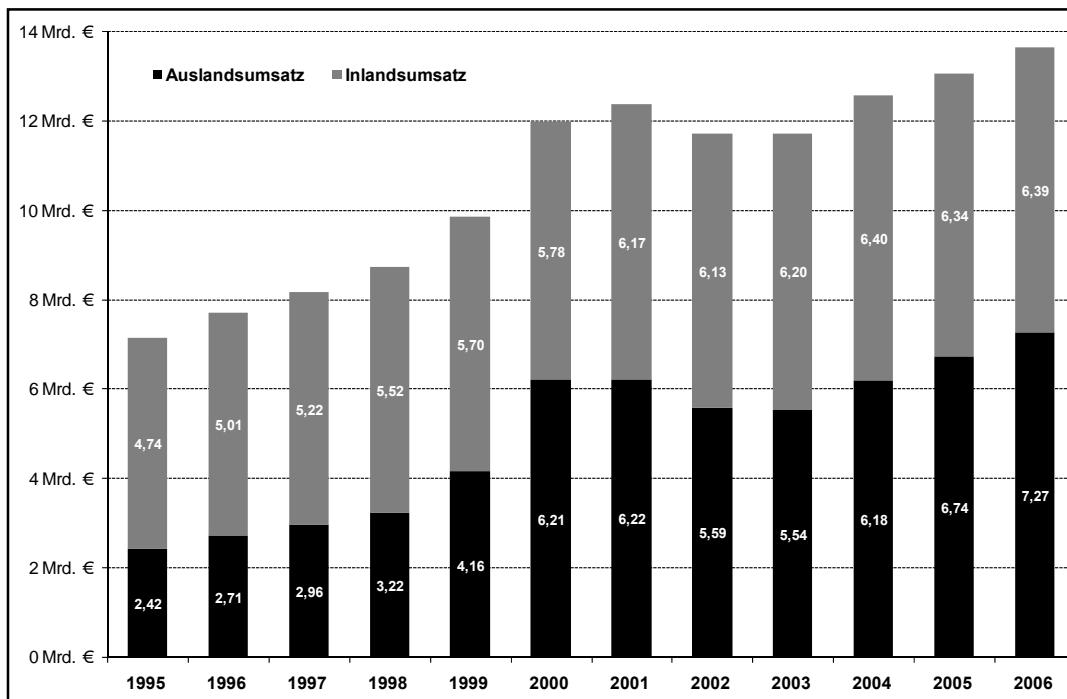
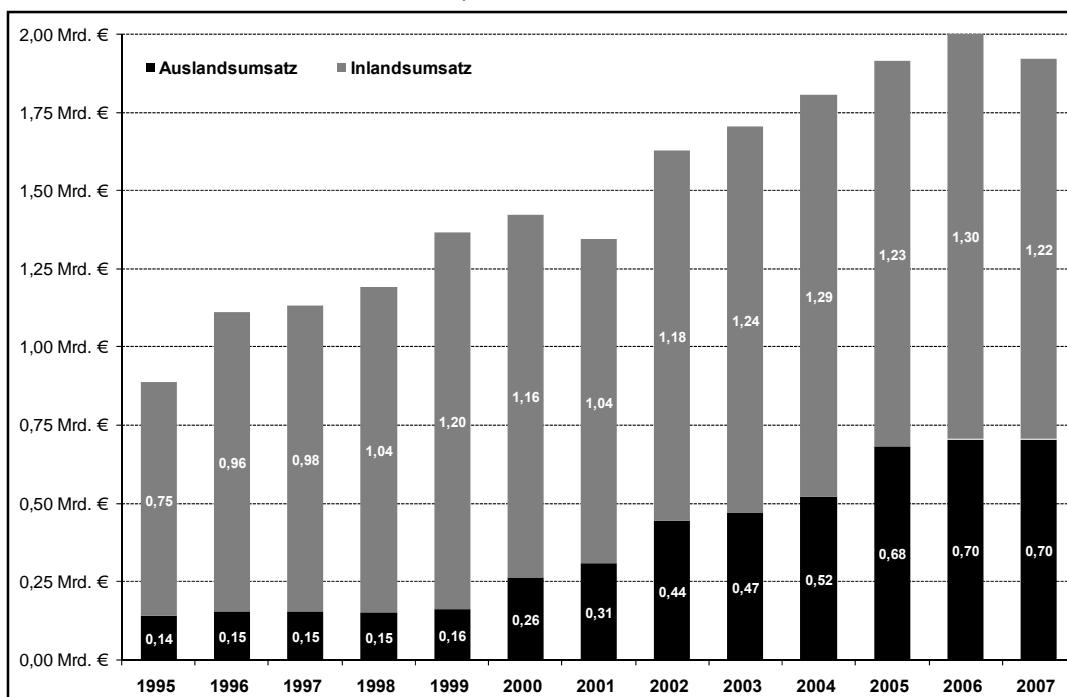


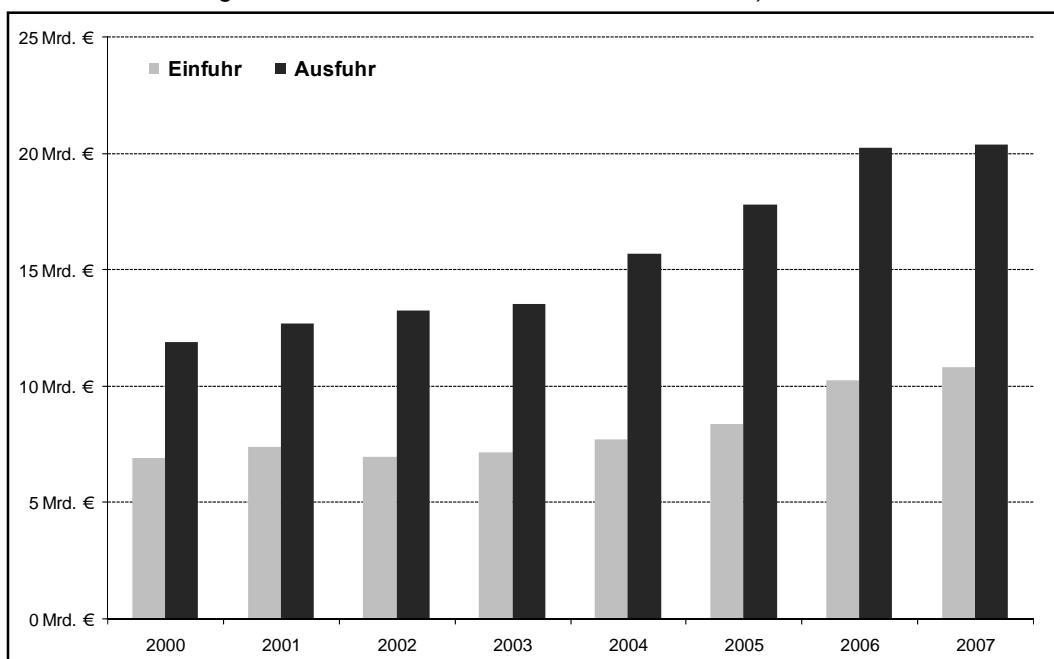
Abb. 98: Entwicklung von Auslands- und Inlandsumsatz in der Herstellung von Industriellen Prozesssteuerungen (WZ 33.30) (eigene Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



Ein Blick auf die Außenhandelsstatistik bestätigt das Bild der hohen Wettbewerbsfähigkeit für die mess-, steuerungs- und Regelungstechnischen Erzeugnisse. Denn trotz seit dem Jahr 2000 stark angestiegener Einfuhrwerte (+55%) konnte der positive Außenhandelssaldo von 4,9 auf 9,6 Mrd. Euro im Jahr 2007 nahezu ver-

doppelt werden, weil die Ausfuhrwerte parallel um 71% erhöht werden konnten (vgl. Abb. 99).

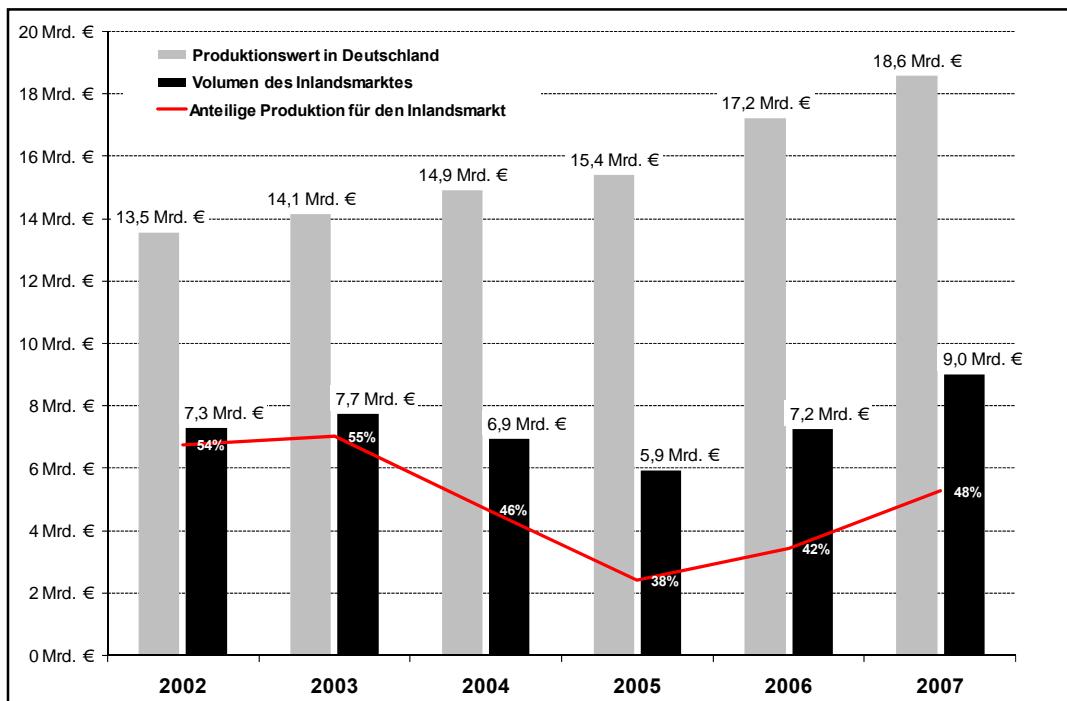
Abb. 99: *Entwicklung der Einfuhren und Ausfuhren von Mess-, Kontroll-, Navigations- und ähnlichen Instrumenten und Vorrichtungen in Deutschland (eigene Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)*



Als ein Beispiel für diese Entwicklungen kann die Position der zur Branche gehörigen Sensorik-Anbieter angeführt werden. Ihre starke Marktstellung nutzen die mittelständischen Anbieter konsequent für den Ausbau ihrer internationalen Wettbewerbsposition. So bildet die Instrumententechnik insgesamt innerhalb der deutschen Exporte im Bereich der Spitzentechnologie die bedeutsamste Gütergruppe (vgl. Döhm/Engel/Stiebale 2008). Nach Schätzungen des Sensorik-Fachverbandes AMA werden von den in Deutschland produzierten Sensorsystemen etwa 35 bis 40% direkt exportiert. Werden jedoch zusätzlich die indirekten Exporte der deutschen Abnehmerbranchen, wie etwa des Maschinen- und Anlagenbaus, berücksichtigt, geht der Verband mittlerweile von einer Gesamlexportquote zwischen 60 und 70% aus (vgl. ama-sensorik.de). Den Exportschwerpunkt der Hersteller bildet dabei mit steigenden Anteilen der europäische Kontinent (72%), gefolgt von Asien (15%) und einem nachlassenden amerikanischen Markt (11,5%). Auf dem Weltmarkt hat sich die deutsche Sensorik damit inzwischen einen Marktanteil von ca. 30% erarbeitet, der in derselben Größenordnung liegt wie derjenige der US-amerikanischen und der südostasiatischen Hersteller. Die übrigen europäischen Staaten kommen insgesamt auf etwa 10%.

Besonders eindrücklich wird dieser Eindruck auch bestätigt, wenn man das Verhältnis zwischen dem inländischen Marktvolumen und den Produktionswerten das Bild der hohen Wettbewerbsfähigkeit betrachtet (vgl. Abb. 100).

Abb. 100: Entwicklung von Produktionswert und inländischem Marktvolumen in der Herstellung von Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten und Vorrichtungen (WZ 33.20) (eigene Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)

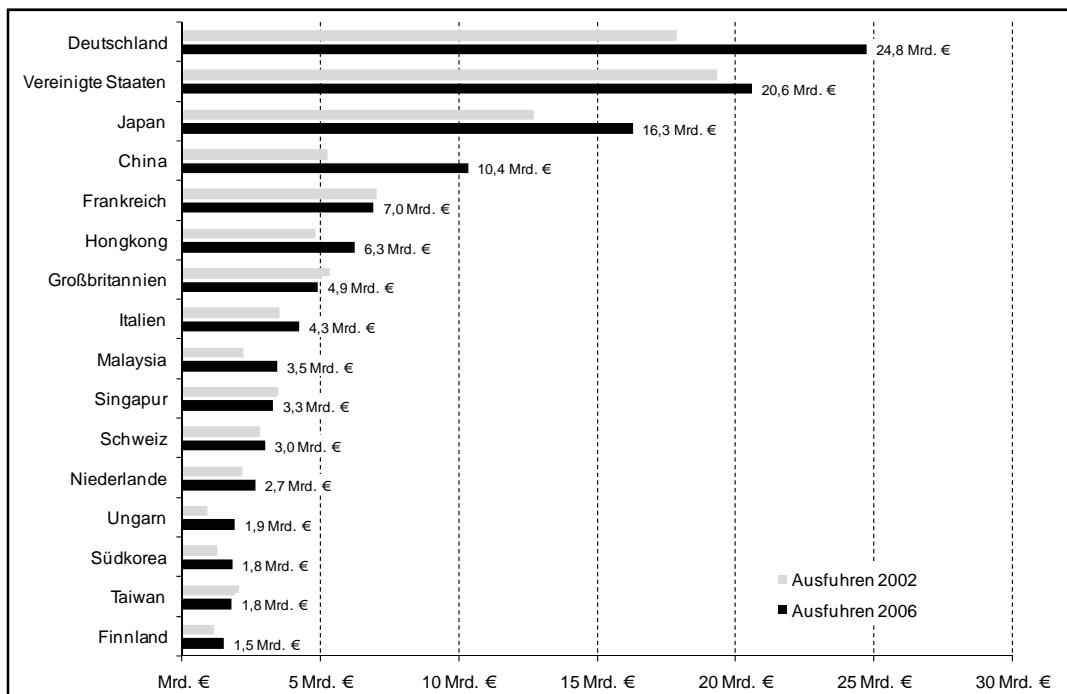


Die zur Verfügung stehenden Daten für die Mess-, Kontroll- und Navigationsinstrumente (WZ 33.20) betonen den Bedeutungsverlust des Inlandsmarktes, dessen Anteil seit 2004 unter 50% liegt. Die internationale Wettbewerbsstärke wird besonders durch die Entwicklung zwischen den Jahren 2003 und 2005 verdeutlicht. Denn der beträchtliche Rückgang des Inlandsmarktes um 23% konnte nicht nur ausgeglichen werden, vielmehr wurde eine Steigerung der Produktionswerte um 9% erreicht. Mit dieser starken internationalen Stellung ist es der Automatisierungstechnik in dieser Zeit gelungen, sich von der inländischen Nachfrageschwäche abzukoppeln und trotzdem ihre wirtschaftliche Entwicklung zu stabilisieren. Seit 2005 wächst auch das inländische Marktvolumen wieder und das sogar überproportional. Während die Produktion insgesamt nur um 21% ausgeweitet wurde, wuchs das inländische Marktvolumen um 52%.

Die Außenhandelsverflechtungen für Mess-, Kontroll- und Navigationsinstrumente (WZ 33.20)¹² verdeutlichen den dynamischen Wandel der Branche seit dem Jahr 2000. Insgesamt haben die deutschen Hersteller ihre Wettbewerbsstellung ausgebaut und ihren Außenhandelsüberschuss erhöhen können. Dies gilt insbesondere mit Blick auf den immer noch größten Handelspartner USA, gegenüber dem im Jahr 2000 noch ein negativer Saldo von 640 Mio. Euro bestand, der sich mittlerweile zu einem positiven Saldo von 510 Mio. Euro entwickelt hat (vgl. Abb. 101).

¹² Für industrielle Prozesssteuerungen stellt das Statistische Bundesamt keine Außenhandelsdaten zur Verfügung.

Abb. 101: Ausfuhren von Industriesteuerungen und Prozessautomation von führenden Ländern (eigene Berechnungen nach Daten des ZVEI)



Deutschland ist dabei zur führenden Nation in der elektrotechnischen Automation aufgestiegen und hat damit die USA von ihrer bislang führenden Rolle verdrängt. Mit einer Steigerung um 38% haben die deutschen Hersteller seit 2002 ein außerrordentliches Entwicklungstempo vorgelegt, hinter dem auch das nächstfolgende Japan (28%) zurück blieb (vgl. Abb. 101). Die wichtigsten europäischen Wettbewerber (Frankreich und Großbritannien) konnten nicht mithalten. Allein China konnte mit einem Ausfuhranstieg um 96% eine höhere Dynamik unter den großen Exportnationen erreichen, eine Verdopplung der Ausfuhren weist darüber hinaus noch Ungarn auf. Allerdings konnten die deutschen Hersteller auch gegenüber China ihren anfangs noch leicht positiven Saldo auf gut 380 Mio. Euro kräftig ausbauen und ihre starke Wettbewerbsfähigkeit bei einem insgesamt vervierfachten Handelsvolumen unter Beweis stellen. Gegenüber den meisten europäischen Ländern besteht ebenfalls eine positive Bilanz, während eine negative Bilanz vor allem gegenüber Ungarn (mit dem stärksten Rückgang), der Schweiz und Japan zu verzeichnen ist. Damit zeichnet sich ab, aus welchen Ländern die Hersteller kommen, die in den nächsten Jahren auf dem Markt der Automatisierungstechnik miteinander konkurrieren werden: Deutschland, Japan, USA und China.

5.3 Unternehmenslandschaft und regionale Schwerpunkte

Das Wachstum der Automatisierungstechnik schlägt sich auch in der Unternehmenslandschaft nieder: Die Anzahl der Betriebe hat sich in der Branche insgesamt seit 1995 um 23% auf 1.062 erhöht. Dabei hat sich die Zahl der Betriebe in der Mess-, Kontroll- und Navigationsinstrumente leicht stärker als im Durchschnitt der gesamten Elektroindustrie entwickelt, bei den industriellen Prozesssteuerungen gab es sogar eine Verdoppelung auf 137 Betriebe – in dieser Hinsicht gehört

die Herstellung industrieller Prozesssteuerungen mit den Telekommunikationsherstellern zu den dynamischsten Bereichen der Elektroindustrie überhaupt. Diese Entwicklung ist Ausdruck von vielen neuen Unternehmensgründungen, die unter anderem durch verstärkte Auslagerungen von Dienstleistungen außerhalb der Kernkompetenz großer Abnehmer verursacht sind (Beispiel Wartungen und Zertifizierungen von Chemieherstellern) sowie durch eine rege Gründungstätigkeit im Umfeld technischer Universitäten.

Angesichts zahlreicher neu gegründeter Unternehmen ist die durchschnittliche Betriebsgröße in der Automatisierungstechnik in den letzten Jahren deutlich gesunken. Sie lag in 2006 in der Herstellung von Mess-, Kontroll-, und Navigationsinstrumenten bei 123 Beschäftigten (-11% ggü. 1995), die Herstellung von industriellen Prozesssteuerungen weist mit einer durchschnittlichen Betriebsgröße von 78 Beschäftigten (-26% ggü. 1995) den geringsten Wert in der Elektroindustrie insgesamt auf. Auch der mittlerweile neben dem ZVEI etablierte Fachverband der Sensorikhersteller (AMA) weist eine stark mittelständisch geprägte Struktur auf, in der über die Hälfte der ca. 800 Mitgliedsunternehmen weniger als 50 Beschäftigte haben. Diese haben indessen in den vergangenen Jahren überdurchschnittlich zum Wachstum der Sensorik beigetragen.

Neben solchen kleinen Unternehmen sind freilich auch große Unternehmen wie z.B. ABB, Honeywell, Schneider Electronic und Siemens oder große Technologiehersteller wie Carl Zeiss (Optik) und Dräger (Sicherheitstechnik) in der Automatisierungstechnik tätig. Viele Hersteller sowohl in der Prozess- wie in der Fabrikautomation haben sich mit ihren Leistungen auf bestimmte Anwendungsbereiche wie etwa die Wasserwirtschaft oder den Explosionsschutz spezialisiert.

Neben den o.g. Großunternehmen zählen zu den namhaften deutschen Herstellern beispielsweise:

- mit Schwerpunkt in der Prozessautomation: Balluff (Neuhausen), Endress + Hauser (Weil am Rhein), Festo (Esslingen), Krohne (Duisburg), Pepperl + Fuchs (Mannheim), PMA Prozess- und Maschinenautomation (Kassel), PR Electronics (Essen, Stammsitz Dänemark), TURCK (Mülheim a.d.R.), VEGA Grieshaber (Schiltach),
- in der Fabrikautomation: ifm electronics (Essen), Phönix Contact (Blomberg), Pilz (Ostfildern), Schmersal (Wuppertal), SICK (Waldkirch), WAGO (Minden) oder Weidmüller (Detmold).

Zu den größten europäischen Unternehmen in der Automatisierungstechnik und damit zu engen Wettbewerbern der deutschen Unternehmen zählen vor allem die in Deutschland mit über 10.000 Beschäftigten stark vertretene ABB (Schweiz) und die Thales Communications (Frankreich). Darüber hinaus erwähnenswert sind die US-amerikanische Rockwell Automation und die Technologie-Gruppe Danaher, die in Deutschland als ihrem größten ausländischen Kernmarkt an insgesamt über 20 Standorten neben der industriellen Steuerungstechnik ein diversifiziertes Technologieangebot auf den Märkten der Medizin-, Umwelt- und Antriebstechnik bereit stellt. Zu ihren Beteiligungen zählen u.a. die Unternehmen Hach Lange (Berlin / Düsseldorf) sowie die Negele Messtechnik (Memmingen).

In regionaler Hinsicht ist die Herstellung von Automatisierungstechnik innerhalb Deutschlands sehr unregelmäßig verteilt. Für die Herstellung von elektrischen Mess-, Kontroll-, Navigationsinstrumenten lagen die Schwerpunkte 2006 in:

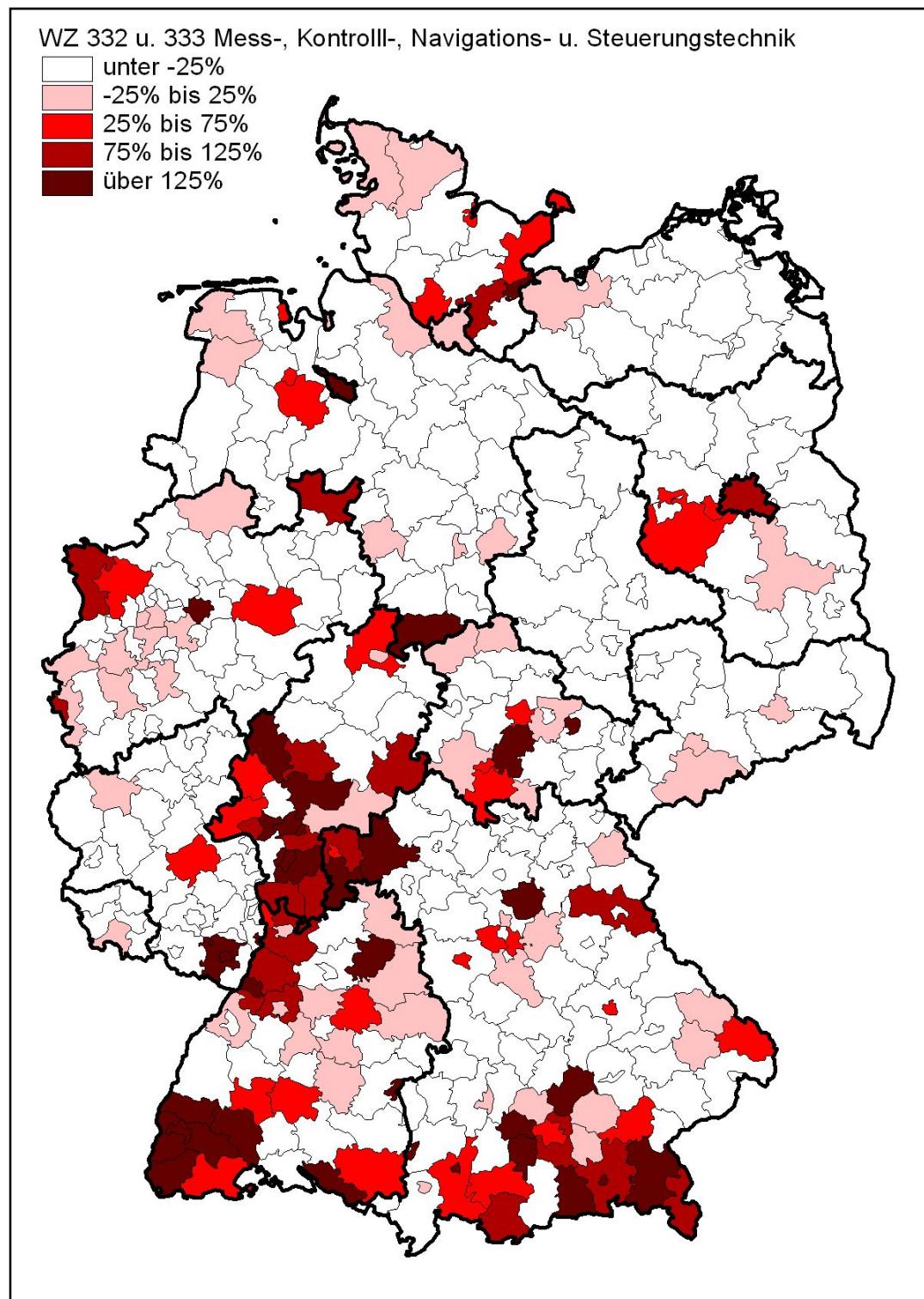
- Baden-Württemberg: 65.700 Beschäftigte
- Bayern: 47.700 Beschäftigte,
- Nordrhein-Westfalen: 30.800 Beschäftigte,
- Hessen: 25.500 Beschäftigte.

Die Zentren der Prozesssteuerungstechnik liegen abweichend von der Mess- und Steuerungstechnik in:

- Baden-Württemberg: 11.500 Beschäftigte,
- Saarland: 3.050 Beschäftigte,
- Nordrhein-Westfalen: 3.040 Beschäftigte,
- Bayern: 2.700 Beschäftigte.

Neben diesen Daten aus der Statistik des Produzierenden Gewerbes wurde zur genaueren Analyse von regionalen Schwerpunkten zudem die Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten ausgewertet, die für einzelne Kreise und kreisfreie Städte vorliegt. Demnach konzentriert sich die Automatisierungstechnik in Deutschland vor allem auf das Rhein-Main-Gebiet (südliches Hessen, nordwestliches Bayern, nördliches Baden-Württemberg), den Süden Baden-Württembergs und den Süden Bayerns, in denen sie jeweils weit überproportionale Anteile am verarbeitenden Gewerbe hat. Diese Konzentrationen sind teilweise offenkundig eine Ausrichtung an den Standorten wichtiger Abnehmer-Branchen (Chemische Industrie im Rhein-Main-Gebiet, Maschinenbau in Baden-Württemberg oder in Ostwestfalen-Lippe). Einzelne bedeutende „Insel“-Standorte weisen darüber hinaus auch auf die große, fördernde Bedeutung von technisch-ingenieurwissenschaftlich ausgerichteten Hochschulen für die Branche hin (z.B. in Dortmund und Aachen) oder bilden Standorte von großen Unternehmen ab (z.B. Carl Zeiss in Jena). Die nachstehende Kartengrafik (Abb. 102) zeigt diese regionalen Verteilungsschwerpunkte im Hinblick auf die sozialversicherungspflichtig Beschäftigten der Branche im Überblick.

Abb. 102: Anteile der Mess- und Steuerungstechnik an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe – Abweichung der Kreise und kreisfreien Städte vom Bundesdurchschnitt 0% (eigene Berechnung und Darstellung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



Das sichtbare Standortmuster bestätigt für die Automatisierungstechnik die Vorteile einer Einbindung in regionale Clusterstrukturen, in denen die Unternehmen von den engen Beziehungen zwischen Zulieferern und Abnehmern, der Unterstützung durch eine gut ausgebildete Infrastruktur von Hochschulen und anwendungsorientierten Forschungsinstituten sowie einer anregenden Wettbewerbsdynamik unte-

reinander profitieren. Mancherorts wird dies als Ansatzpunkt für spezielle Wirtschaftsförderungsinitiativen genutzt. Beispiele hierfür sind:

- das Cluster „Automation Valley“ als nordbayerische Säule im bayerischen Cluster „Mechatronik und Automation“, das sich zu einem führenden europäischen Branchennetzwerk entwickelt hat. Die elektrotechnische Automatisierung ist hier Teil eines Netzwerkes mit rund 100 Unternehmen, mit Schwerpunkten im Maschinen- und Anlagenbau, der Automobilzulieferindustrie und angelagerten Dienstleistern, die allein in Nordbayern rund 40.000 Mitarbeiter in allen angesprochenen Bereichen beschäftigen.
- die „Automatisierungsregion FrankfurtRheinMain“, die ca. 113.000 Beschäftigte im Maschinenbau (50.000 Beschäftigte), der Elektrotechnik und Elektronik sowie der Mess-Steuer- und Regeltechnik (38.000 Beschäftigte) und zusätzlich 33.000 Beschäftigte in Forschung und Entwicklung, bei Ingenieursdienstleistungen und im Handel ausweist (vgl. Planungsverband Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main2007).

Diese Ansätze der Wirtschaftsförderung tragen der engen Verzahnung verschiedenen Technologien aus Entwicklungs- und Anwenderbranchen sowie vor- und nachgelagerten Strukturen Rechnung. Die Clusterstrukturen bilden auch zentrale Erklärungsansätze für die starke Position der deutschen Hersteller, die sie sich auch im internationalen Maßstab erarbeitet haben. Diese Stellung ist im Wesentlichen durch drei zentrale Faktoren begründet, die nachfolgend beschrieben werden:

- hohe Innovationsfähigkeit durch enge FuE-Zusammenarbeit in Clustern,
- hohe Wertschöpfungstiefe,
- enge Kundenbindung.

Hohe Innovationsfähigkeit durch enge Zusammenarbeit wissenschaftlicher Strukturen und Einbindung in regionale Clusterstrukturen

Das außerordentlich hohe technologische Entwicklungstempo ist der starke Treiber einer großen Innovationsdynamik, mit der sich die deutsche Mess- und Steuerungstechnik zum weltweiten Innovationsführer entwickelt hat. Die große Bedeutung, die Innovationen auch künftig in wirtschaftlicher Sicht für die Unternehmen der Mess- und Steuerungstechnik haben werden, lässt sich daran erkennen, dass gerade die in den vergangenen Jahren erfolgreichen Unternehmen mit überdurchschnittlichen Renditen hohe Umsatzerfolge mit Marktneuheiten erzielt haben (vgl. ZEW 2008b). Die Aufwendungen für Innovationen sind in der Instrumententechnik seit dem Jahr 2001 kontinuierlich gestiegen und dürften nach erwarteten kräftigen Steigerungen seit 2007 im Jahr 2008 knapp 4 Mrd. Euro erreichen. Damit geben die Unternehmen 8,5% ihres Umsatzes für Innovationsaufwendungen aus und gehören mit der Rundfunk- und Nachrichtentechnik zur Spitze des Verarbeitenden Gewerbes (vgl. ZEW 2008b).

Einen weiteren Indikator für die Innovationstätigkeit bildet der Umsatzanteil mit Produktneuheiten. Dort liegt die Instrumententechnik mit 31% über dem Verarbei-

tenden Gewerbe (28%) und betont damit die Bedeutung permanenter Produktinnovationen für die Unternehmen. Der Anteil liegt auf dem Niveau des Maschinenbaus (32%), erreicht jedoch nicht die führenden Branchen wie den Fahrzeugbau (57%) oder andere Fachzweige der Elektroindustrie wie die Elektrizitätserzeugung, Datenverarbeitung und die Rundfunk- Fernseh- und Nachrichtentechnik (zusammen 45%). Deren Produkte sind allerdings in ihrer Charakteristik durch kürzere Produktlebenszyklen gekennzeichnet (vgl. ZEW 2008b). Auch im europäischen Vergleich liegt die Instrumententechnik sowohl beim Umsatzanteil mit Produktinnovationen wie mit Marktneuheiten mit insgesamt 35% deutlich über dem Durchschnitt der EU16-Staaten, die auf einem Niveau bei 28% liegen (vgl. Rammer/ Weißenfeld 2008).

Eine wesentliche Erfolgsvoraussetzung für die starke Stellung der Branche ist die im internationalen Vergleich außerordentlich gut ausgebauten Hochschul- und Forschungsinstituts-Landschaft (z.B. in Dortmund, Aachen, Jena). Sie wird von den Unternehmen der Instrumententechnik intensiv genutzt, um zeitnah neue Entwicklungen aufzunehmen sowie diese gemeinsam mit der Forschung voran zu treiben. Mit ihrem Know-how bilden sie nicht nur einen wesentlichen Impulsgeber für die technologischen Weiterentwicklungen der Branche, sondern darüber hinaus auch die Basis für die Ausstattung der Unternehmen mit hochqualifizierten Ingenieuren. Im Vergleich der innovationsaktiven Branchen werden von den deutschen Instrumentenherstellern sowohl die höchsten Anteile beim Erwerb von externem Wissen wie bei der Nutzung externer Forschungs- und Entwicklungsressourcen insgesamt erzielt (vgl. ZEW 2007).

Neben der betriebsindividuellen Nutzung von Forschungskapazitäten sind für die kleinen und mittelständischen Unternehmen der Mess- und Steuerungstechnik häufig weitere Kooperationsformen interessant, um ihre reinen Größennachteile im Wettbewerb ausgleichen zu können. Daher sind in Deutschland in den letzten Jahren viele regional und überregional tätige Netzwerke entstanden, in denen Forschung und anwendungsbezogene Entwicklung eng zusammen geführt werden. Auf diese Weise ergänzen sich das Know-how von Hochschulen und Instituten in der Grundlagenforschung mit den Kompetenzen der Unternehmen bei Vertriebswegen und der Anwendung. Neben größeren Netzwerken (s.o. Cluster „Automation Valley“, Automation FrankfurtRheinMain) entwickelt sich auch eine kleinere regionale Netzwerklandschaft wie beispielsweise mit den Netzwerken „Mikro- und biosensorische Messtechnik“ in Sachsen oder dem „Cluster Mikrosystemtechnik“ in Landshut.

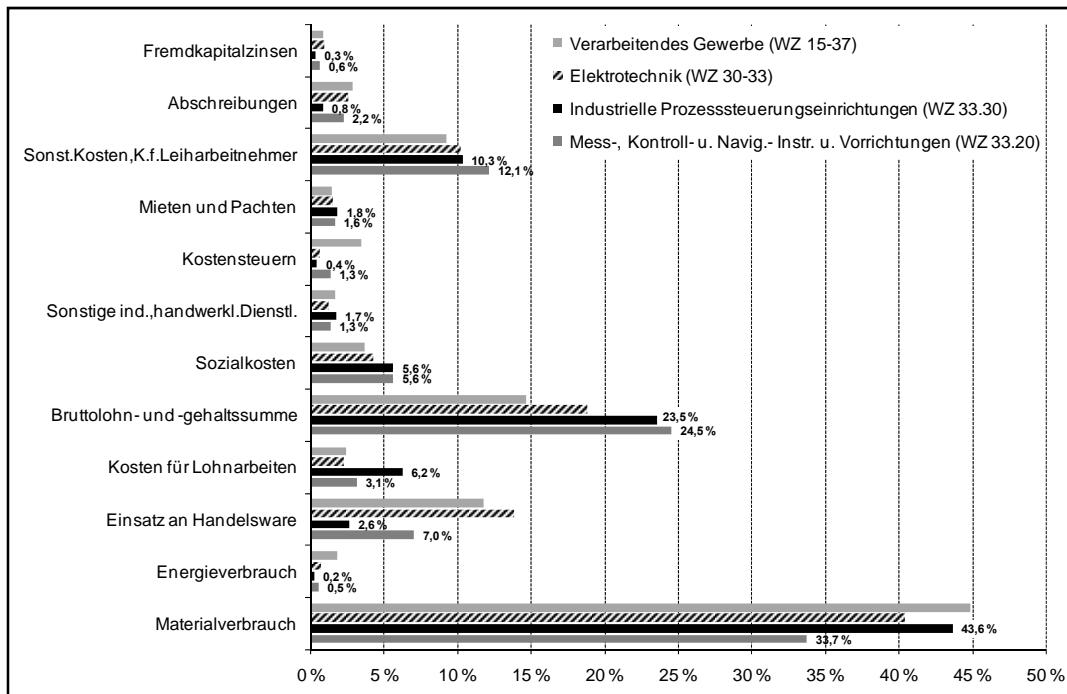
Bemerkbar machen sich in diesem Zusammenhang jedoch vor allem auch die bereits angesprochenen Konzentrationen der Kunden an bestimmten Standorten wie die Chemische Industrie im Rhein-Main-Gebiet oder der Maschinenbau in Baden-Württemberg oder in Ostwestfalen-Lippe. Sie erleichtern den Unternehmen die Zusammenarbeit in der Entwicklung und Erprobung mit ihren Kunden.

Hohe Wertschöpfungstiefe

Derzeit lässt sich eine vergleichsweise hohe Wertschöpfungstiefe in der Branche feststellen. Dies wird bei der Analyse der Kostenstrukturen deutlich, die sich in

der amtlichen Statistik für die beiden Teilbereiche der Prozesssteuerungen und Mess-, Kontroll- und Navigationsinstrumente darstellen (vgl. Abb. 103).

Abb. 103: Kostenstrukturen in den Automationstechnik (eigene Berechnung nach Daten des Statistischen Bundesamtes)



Der Bereich der Prozesssteuerungen ist eine relativ junge Branche, die vor allem Entwicklungsleistungen für ihre Kunden erbringt. Dieser Bereich weist entsprechend eine hohe Quote beim Zukauf von Materialien auf. Ganz anders das Bild, dass sich für die Mess-, Kontroll- und Navigationsinstrumente ergibt. Hier betragen die Kosten für den Zukauf von Materialien nur knapp 34%. Das ist eine im Vergleich des Verarbeitenden Gewerbe (ca. 45%) und auch zum Maschinenbau (ca. 42%) deutlich unterdurchschnittliche Quote und lässt auf eine vergleichsweise hohe Wertschöpfungstiefe schließen.

Eine kundenindividuelle Fertigung mit einer hohen Wertschöpfungstiefe kann sämtliche betrieblichen Funktionsbereiche von der Konstruktion über den Werkzeugbau und die Fertigung bis hin zur Montage umfassen. Mit dieser Ausrichtung sind die Unternehmen in der Lage, Massengüter in Größenordnungen von mehreren hunderttausend Stück pro Monat an heimischen Produktionsstandorten herzustellen, die mit hohen Qualitätsanforderungen und flexiblen Lieferwünschen den anspruchsvollen europäischen Markt bedienen. Die praktischen Konsequenzen dieser Kundenausrichtung gehen bis zur täglichen Produktion von mehreren Millionen Schrauben für die eigene Verwendung.

Die vergleichsweise hohe Wertschöpfungstiefe scheint den betreffenden Unternehmen derzeit Unternehmen noch klare Vorteile im Hinblick auf die Flexibilität, die Qualität und die Reaktionsschnelligkeit in der Leistungserbringung zu bringen. Diese zusätzlichen Steuerungspotenziale der eigenen Produktionsprozesse haben sich insbesondere im Geschäftsjahr 2007 positiv ausgewirkt, als Unternehmen aufgrund ihrer intern gestaltbaren Lieferfähigkeit teilweise außerordentliche

Auftragszuwächse verzeichnen konnten. Auslandsinvestitionen werden in diesem Modell für die dortigen Märkte getätigt und ziehen dementsprechend eigene Entwicklungsaktivitäten in den Zielländern nach sich um das Kundenverständnis z.B. der US-amerikanischen Elektroindustrie gezielt aufzunehmen. Ein Re-Import der Produkte auf den europäischen Markt ist in der Regel aufgrund abweichender Anforderungen bezüglich der Qualität und der Haltbarkeit der Produkte sowie ihrer flexiblen Lieferfähigkeit nicht angelegt.

Enge Kundenbindung

Die Unternehmen der elektrotechnischen Mess- und Steuerungstechnik haben sich in den vergangenen Jahren beharrlich eine international führende Wettbewerbsposition erarbeitet. Dazu tragen gleichermaßen ihre qualitativ hochwertigen und technologisch anspruchsvollen Produkte bei, wie auch ihre konsequente Ausrichtung auf spezifische Märkte und die Interessen ihrer Kunden.

Die Nachfrageseite der Mess- und Steuerungstechnik ist durch eine hohe Variantenvielfalt an Produkten und Märkten gekennzeichnet. Die am stärksten mittelständisch geprägte elektrotechnische Branche weist eine ausgeprägte Nischenkultur auf, in der sich ihre Unternehmen häufig durch technologische Alleinstellungsmerkmale profilieren können. Dementsprechend dominieren in der Instrumententechnik im Vergleich zum übrigen Verarbeitenden Gewerbe die nicht-preislichen Wettbewerbsfaktoren. Weil für ihre Kunden kurz- bis mittelfristig nur begrenzte Substitutionsmöglichkeiten bestehen, sehen nur wenige Unternehmen ihr konkretes Wettbewerbsumfeld und damit ihre eigene Wettbewerbsposition gefährdet. Innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes nimmt die Instrumententechnik mit dieser starken Wettbewerbsposition eine Spitzenposition ein und hat sich auf diese Weise hohe eigenständige Gestaltungsspielräume geschaffen (vgl. ZEW 2007).

Strategische Wettbewerbsvorteile verschafft sich die Instrumententechnik darüber hinaus durch ihre ausgeprägte Kompetenz, Leistungen und Produkte sehr flexibel an die jeweilige Bedarfssituation ihrer Kunden anzupassen. Dies gelingt ihr mit dem Fahrzeugbau gemeinsam wiederum am besten innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes. Die Produktionsstrukturen der Unternehmen weisen dafür generell eine hohe Integration der eng an die Produktion gebundenen Entwicklung mit einer sehr flexiblen Fertigung auf. Die Fertigungsart deckt je nach Anforderungsprofil der Abnehmer ein sehr breites Spektrum von der Massenfertigung einzelner Standardbauteile bis hin zur kundenbezogenen Fertigung in Losgröße 1 ab. Darüber hinaus setzen sie neben technologischen Spezialisierungen auch auf flexibilitätsfördernde organisatorische Verbesserungen. So erarbeiten sie sich etwa durch die Ausrichtung ihrer Fertigungsorganisation nach Kundengruppen eine stärkere Kundenbindung (vgl. Kinkel/Lay/Jäger 2007).

5.4 Trends in der Automatisierungstechnik und Handlungsfelder der Unternehmen

5.4.1 Steigende Bedarfe und neue Lösungen: Trends im Bereich Märkte und Technologien

Die elektrotechnische Automatisierungsbranche erwartet auch für die nächsten Jahre weiterhin ansehnliche Wachstumsraten und sieht auch bei eventuellen konjunkturellen Eintrübungen keine Anzeichen für grundsätzliche Stagnationstendenzen. Diese Einschätzungen beruhen nach Meinung von Fachexperten aus Verbänden und Unternehmen auf den Auswirkungen mehrerer grundlegender Trends (vgl. u.a. ZVEI 2006). Die Perspektiven für die Mess- und Steuerungstechnik bestehen dabei gleichermaßen aus weiteren Marktchancen, die sich aus den branchenbezogenen Zukunftstrends und damit Anforderungen ihrer Kunden wie auch dem möglichen technologischen Fortschritt auf relevanten Wissensgebieten ergeben. Diese Rahmenbedingungen für die Entwicklung der Branche lassen sich durch sechs Trends beschreiben:

a) Weiterhin steigende Automatisierungs-, Rationalisierungs- bzw. Flexibilisierungspotentiale und -bedarfe bei den Kunden

Eine zukünftig steigende Marktdynamik wird von veränderten Rahmenbedingungen, wie den sich weiter verkürzenden Produkt- und Marktlebenszyklen, erwartet. Sie erhöhen den Innovationsdruck in den Anwenderbranchen und beschleunigen die Entwicklung von Produktvarianten und Neuentwicklungen. So profitieren Unternehmen der Fabrikautomation z.B. allein von den immer kürzeren Halbwertzeiten der Verpackungen in der Kosmetikbranche mit den daraus resultierenden Anforderungen an die Verpackungsmaschinenhersteller.

Eine der zentralen Leistungsanforderungen bilden die Flexibilisierungsbedarfe der Automatisierungskunden, die beispielsweise eine hohe Variantenvielfalt anbieten oder eine kurzfristige Lieferfähigkeit garantieren wollen. Für Branchen mit kürzeren Produktlebenszyklen stehen eine hohe Anlagenverfügbarkeit und –auslastung im Vordergrund. So werden in der mit häufigen Produktänderungen konfrontierten Lebensmittelindustrie die Gewährleistung schneller und einfacher Umprogrammierungen an Maschinen und Anlagen verlangt.

Ein weiterer Automatisierungsschub entsteht durch Rationalisierungsanstrengungen bei den Kunden. Dabei geht es insbesondere um den Ausbau der Vernetzung von Produktionsanlagen untereinander und die damit verbundene Nutzung neuer Steuerungsmöglichkeiten.

Anwender in infrastrukturellen Bereichen sehen neben Neuausstattungen auch hohe Modernisierungsbedarfe ihrer Anlagen, so z.B. in der Wasser- und Abwasserwirtschaft, der Stromerzeugung und -verteilung oder dem Schienentransport. In diesen Bereichen entstehen darüber hinaus für die Automatisierungshersteller neue Marktpotenziale mit der Wartung und Instandhaltung von Anlagen, deren Betriebsdauern bei 40 und mehr Jahren liegen.

Im Zusammenhang mit der Qualitätssicherung sensibler Infrastrukturen wie z.B. der Wasser- und Abwasserwirtschaft oder der Nahrungs- und Genussmittelherstellung verstärkt sich der Einfluss der staatlichen Regulierung. Ihre Weiterentwicklung geschieht stets in gegenseitiger Abhängigkeit von technologischen Möglichkeiten und rechtlichen Anforderungen. Damit bestimmt sich die Marktdynamik ganz wesentlich durch die Entwicklungstätigkeit und die Produktangebote der Automatisierungshersteller selbst.

Um neue Märkte zu erschließen, stellen sich den Automatisierungskunden sehr differenzierte Anforderungen. So verlangt etwa die Erschließung von Outdoor-Anwendungsbereichen neben robusteren Produkteigenschaften auch neue technologische Lösungen wie den zunehmenden Einsatz von Wireless-Technologien.

Auf Auslandsmärkten spielen dahingegen einfachere Automatisierungslösungen auf einem niedrigeren Kostenniveau eine größere Rolle. Zunehmend wird im Zusammenhang mit längerfristigen Auslandsengagements auch vorausgesetzt, dass steigende Anteile der Wertschöpfung in den Zielländern geleistet werden. Die damit verbundene Neuorientierung der eigenen Wertschöpfungsstruktur stellt insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen vor neue Herausforderungen.

b) Noch bessere Kundenbindung – Systempartnerschaften auch im internationalen Maßstab

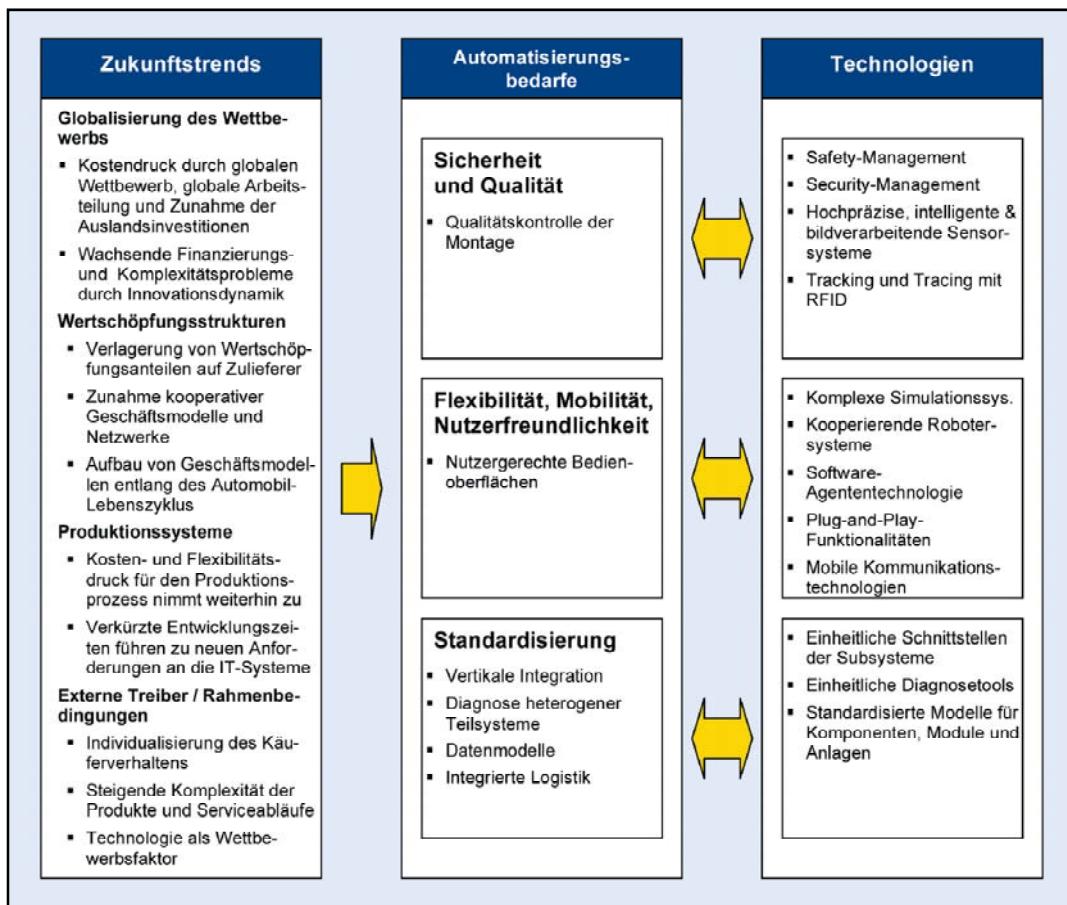
Die breit gefächerte Kundenstruktur der Mess- und Steuerungsanbieter führt je nach Anwendungsbranche, stofflichen Voraussetzungen und Eigenschaften oder regionalen Marktgegebenheiten zu sehr differenzierten Anforderungen an ihre Produkte und Leistungen. Dieses Zusammenspiel lässt sich am Beispiel der Automobilproduktion verdeutlichen, die zu den zentralen Abnehmerbranchen gehört. Das nachstehende Schaubild (vgl. Abb. 104) zeigt auf wie sich aus den Zukunftstrends der Kundenbranche Automatisierungsbedarfe und Anforderungen an die technische Ausgestaltung ableiten lassen.

Über einzelne Anwendungsbereiche hinaus verlangt die zunehmende Individualisierung der kundenbezogenen Produktion in den Abnehmerbranchen insgesamt eine schnellere Neukonfiguration der Produktionssysteme. Eine hohe Adoptionsfähigkeit bestimmt damit die Auslastung und Produktivität der Produktionsanlagen. Auf diese Weise bildet eine Standardisierung der elektrotechnischen Schnittstellen die Voraussetzung für eine wandlungsfähige Produktionsgestaltung. In der letzten Konsequenz bedeutet dies auch für die Anbieter von Automatisierungslösungen eine stärkere Entwicklung in Richtung Systempartnerschaft: Statt um Produktlösungen geht es dabei um Angebote über den gesamten Produktlebenszyklus und um Angebote, die sich auf die gesamte Wertschöpfungskette des Kunden erstrecken (Full-Chain-Angebot).

Im Rahmen der zunehmenden Globalisierung verstärkt sich die wechselseitige Verflechtung der Märkte. Es entstehen weltweit neue Produktionsstätten zum einen durch neue Wettbewerber oder Wertschöpfungspartner, zum anderen durch die deutschen Hersteller. Diese erreichen auf diese Weise eine bessere Bedie-

nung der Nachfrage auf regionalen Märkten oder nutzen für die europäischen Stamm Märkte die globalen Wertschöpfungspotenziale und reagieren damit auf den steigenden Wettbewerbsdruck. Insbesondere im Zusammenhang mit den globalen Sourcing-Strategien kommt der Sicherung gleichbleibend hoher Qualitätsstandards an allen Standorten und über die unternehmensinterne Wertschöpfungskette hinweg eine zentrale Bedeutung zu.

Abb. 104: Automatisierungsansätze im Bereich der Automobilproduktion (ZVEI 2006)



c) Zunehmende Sicherheitsanforderungen bei den Kunden

Die zunehmenden Sicherheitsanforderungen entstehen insbesondere in Sicherheitssensiblen Anwendungsbereichen wie z.B. der Wasserwirtschaft, Energieanlagen, der Herstellung von Nahrungs- und Genussmitteln etc. Die Sicherheitsbemühungen der Anbieter von Automatisierungslösungen beziehen sich auf Datensicherheitsmanagement in verteilten, offenen und drahtlosen Automatisierungssystemen sowie die Ausgestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen.

d) Notwendigkeit zur nutzergerechten Gestaltung und Standardisierung von Lösungen

Um die Steuerungspotenziale ihrer Maschinen und Anlagen weiter zu verbessern, orientieren sich die Kunden der Automatisierungshersteller weiter an der Standardisierung technischer Schnittstellen. Mit Hilfe der Standardisierung wollen sie ihre unterschiedlichen Teilsysteme integrieren, Benutzeroberflächen vereinheitlichen

chen oder Plug-and-play-Möglichkeiten stärker nutzen. Dabei wird eine nutzergerechte Technikentwicklung stärker an Bedeutung gewinnen, die letztendliche Produktanwender bereits stärker in den Entwicklungsprozess integriert. Auf diese Weise können beispielsweise Bedienungsaspekte wie eine sichere und intuitive Bedienung, Informationsschutz und Datensicherheit oder kulturelle Anforderungen möglichst kundenorientiert gestaltet werden (vgl. ZVEI 2006). Die steigenden Qualitätsansprüche der Anwender stellen in diesem Zusammenhang auch erhöhte Leistungsansprüche an die Automatisierung. Sie resultieren im Wesentlichen aus den Anforderungen der Endkunden, die sich ihrerseits mit steigenden Aufwendungen zur Qualitätssicherung konfrontiert sehen und sich selbst im Rahmen zertifizierter Prozesse und Produkte bewegen.

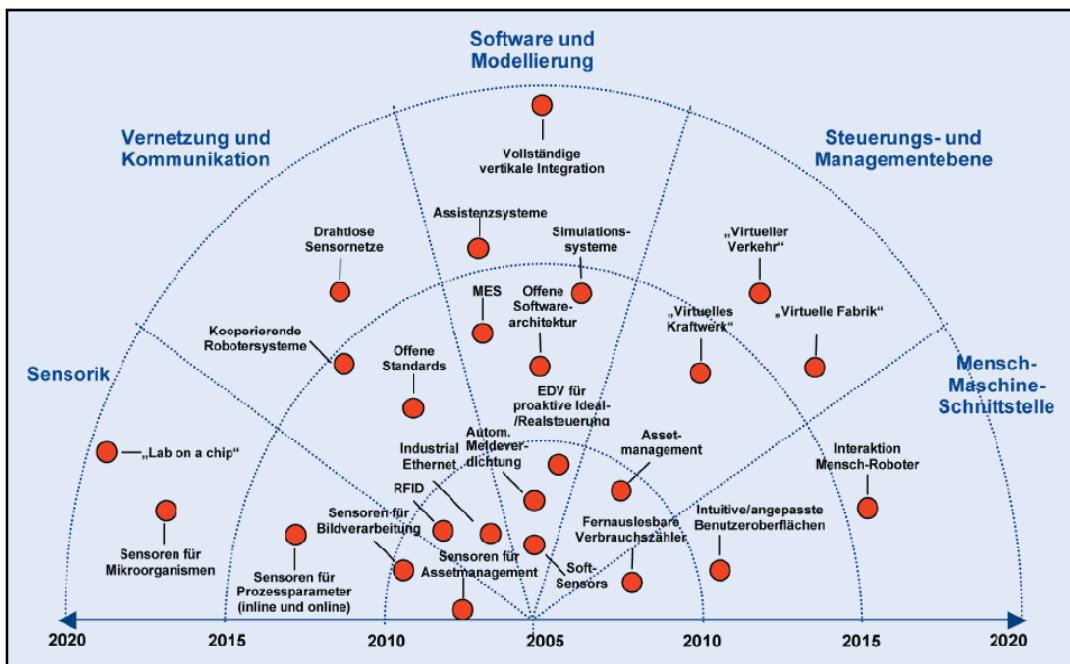
Eine fortschreitende technische Standardisierung ist eine notwendige Voraussetzung für die Weiterentwicklung und die breitere Anwendung von Automatisierungslösungen. Dies gilt insbesondere für die Standardisierung offener Schnittstellen zur verbesserten Integration unterschiedlicher Teilsysteme in horizontale und vertikale Netzwerke. Hier besteht allerdings auch die Gefahr des Zielkonfliktes zwischen Standardisierungsbestrebungen auf der einen Seite und anwender-eigenen proprietären Lösungen zur Sicherung von Know-how.

e) Voranschreitende Integration verschiedener Technologien

Ihre starke Wettbewerbsstellung haben sich die deutschen Hersteller aus der fruchtbaren Kombination hochwertiger technologischer Verfahren mit den spezifischen Anforderungen ihrer Kunden erarbeitet. Auch künftig wird es für die Mess- und Steuerungstechnik darauf ankommen, ihre technologischen Potenziale zielgerichtet weiter zu entwickeln. Dabei sind eine Reihe technologischer Trends erkennbar, die künftig an Gewicht gewinnen werden und von den Unternehmen eine intensive Bearbeitung erfordern (vgl. Abb. 105).

Das Technologiefeld Sensorik ist für die Automatisierungsbranche von zentraler Bedeutung, da es zur Beherrschung komplexer Systeme und Prozesse und insbesondere dezentralisierter Strukturen unabdingbar ist. Wesentliche Impulse kommen dabei aus der Informations- und Kommunikationstechnikbranche. Von branchenübergreifendem Interesse sind Sensoren, welche die realen Betriebszustände von Maschinen und Anlagen sowie mechanischen Verschleiß von Bauteilen und Komponenten erfassen, um eine Ferndiagnose und proaktive Wartung zu ermöglichen (Asset Management). Der Bedarf an preiswerten Sensoren mit hoher Toleranz bezüglich der Einsatzbedingungen (Temperatur, Vibrationen, Stöße, Luftfeuchtigkeit etc.) steigt. In der Fertigungstechnik besteht Bedarf an preiswerten und zuverlässigen Bilderkennungssensoren, die zur Optimierung des Handlings z. B. mit Robotern eingesetzt werden können.

Abb. 105: Schlüsseltechnologien auf dem Zeitstrahl (ZVEI 2006)



Das Technologiefeld Vernetzung und Kommunikation ist für die Beherrschung komplexer Systeme und Prozesse und insbesondere dezentralisierter Strukturen unabdingbar. Technische Lösungen sind beispielsweise in folgenden Bereichen zu finden: Industrial Ethernet ermöglicht eine durchgängige Kommunikation von der Automatisierungsebene zur Office-Ebene und die Anbindung an das weltweite Internet. Dies ermöglicht eine bessere Einbindung der Automatisierungstechnik in die IT-Welt. Die Auto-Identifikation mit RFID ermöglicht eine effizientere Logistik in Produktion und Distribution sowie das Tracking und Tracing jeglichen Gutes, wo immer Qualitäts- oder Sicherheitsfragen relevant sind.

Leistungsfähige Modelle und Software sind erforderlich, um komplexe Prozesse zu beherrschen. Ein wichtiger Aspekt dabei ist die Strukturierung und Verdichtung der generierten Datenflut, deren Potenzial zur Wissensgenerierung bei weitem nicht ausgeschöpft ist. Manufacturing Execution Systems (MES) sollen z.B. die Lücke zwischen Anlagensteuerung und Produktionsplanung überbrücken. Simulations- und Assistentensysteme können dazu eingesetzt werden, die mannigfaltigen Informationen über komplexe Prozesse handlungsrelevant aufzubereiten.

Steigender ökonomischer Druck, wachsende Qualitätsanforderungen sowie die Notwendigkeit der Beherrschung komplexer Prozesse fördern die Nachfrage nach immer aufwändigeren Managementkonzepten. Die Bedeutung von optimierter konzeptioneller Auslegung und von strategischen Interventionsmöglichkeiten nimmt zu. Wichtiger Treiber ist die Verschmelzung virtueller und physischer Welten. Um dieses übergreifende Prinzip hervorzuheben, ist im Folgenden von „virtuellem Verkehr“, „virtuellen Kraftwerken“ und „virtuellen Fabriken“ die Rede, auch wenn z. B. der Begriff „Digitale Fabrik“ ebenso geläufig ist.

Durch Automatisierungsprozesse werden die Mensch/Maschine-Interaktionen verändert bzw. gänzlich durch Maschine/Maschine-Kommunikation ersetzt. Das

Ablesen von Verbrauchsständen durch fernautesbare Verbrauchszähler z. B. für Wasser, Strom und Gas kann erheblich zur Personalkostenreduktion beitragen. Das menschliche Ablesen entfällt und wird durch eine digitale Datenübertragung ersetzt. Auswirkungen sind aber auch im Bereich der Fertigung zu erwarten: Bislang erfolgte der Einsatz von Robotern in abgetrennten Sicherheitszonen. In Zukunft sollen Menschen und Roboter immer enger kooperieren, um die spezifischen Stärken dieser beiden Produktionsfaktoren auszunutzen (vgl. ZVEI 2006).

f) Steigerung der Energieeffizienz

Ihre Erwartungen sieht die Branche insbesondere durch die Bedeutung und die Auswirkungen der Mega-Themen Ressourcenschonung und Klimaschutz begründet. Nach der Rationalisierungsorientierung der 1980er Jahre und den Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen in den 1990er Jahren werden von der Energieeffizienz für die nächste Dekade zusätzliche und langfristig anhaltende Impulse für die Anwendung und Weiterentwicklung der elektrotechnischen Automatisierung erwartet.

Dabei lassen sich bereits mit den heute verfügbaren Technologien Effizienzpotenziale erschließen, die sich bei heutigen Energie- und Rohstoffpreise rasch amortisieren. So werden bei der Optimierung technischer Hilfsprozesse wie lüften oder pumpen durch gezielte Steuerungen Einsparmöglichkeiten beim Kostentreiber Energie zwischen 30 und 70% gesehen. Beispielsweise verfügen Energiesteuerungen von Klimaanlagen, die bei einer konstanten Ausgangsleistung über Ventile gesteuert werden, über erhebliche Einsparpotenziale durch eine Feinregulierung der Ausgangsleistung nach den konkreten Bedarfsanforderungen.

Die Verbesserungen lassen sich nicht nur bei der Erstellung neuer Anlagen realisieren. Effizienzerhöhungen des existierenden Anlagenbestandes stellen darüber hinaus ein riesiges und relativ leicht zu mobilisierendes Modernisierungspotenzial im vorhandenen Anlagenbestand dar, das der Branche zu einer weiteren Sonderkonjunktur verhelfen dürfte.

5.4.2 Handlungsfelder für die Unternehmen der elektrotechnischen Automatisierung

Aus heutiger Sicht ergeben sich für die weitere Entwicklung der Branche vier zentrale Handlungsfelder:

a) Kundenorientierung weiter vertiefen

Zunehmend werden bereits heute die Anbieter von Fabrikautomationslösungen direkt von Endkunden z.B. aus der Automobilherstellung angesprochen, um ihre Kompetenzen frühzeitig in Entwicklungspartnerschaften einzubinden. In der Mess- und Steuerungstechnik kann sich so im engen Kontakt ein vertieftes Aufgaben- und Lösungsverständnis für spezifische Kundengruppen heraus bilden.

Das intensivierte Kundenverständnis führt zu einem Ausbau des anwendungs-spezifischen Engineerings und ermöglicht den Kunden weltweit, erweiterte Leis-tungspakete in ihren Anlagen produktiv einzusetzen. Sie beziehen sich beispiels-weise auf den Ausbau der Vorkommissionierung, wenn Sensor- und Steuerungs-komponenten für den direkten Einbau in betriebliche Netzwerke konfektioniert werden, den Ausbau von Dienstleistungen in Wartung und Instandhaltung oder die Ausweitung von Logistikleistungen.

Ihr gewachsenes Kundenverständnis kommt den Unternehmen beim großen Po-tenzial der Anlagenmodernisierung zu Gute. Denn aufgrund gewachsener Anfor-derungen der Endkunden in den Bereichen Energie- und Rohstoffeffizienz sowie flexibler Produktverfügbarkeit sind umfangreiche Investitionsbedarfe entstanden. Sie werden weniger durch Neuinvestitionen angegangen, als vielmehr durch Mo-dernisierungen bestehender Anlagen und Standorte. Für die deutsche Automati-sierungsindustrie mit ihrer ausgeprägten kundenspezifischen Lösungskompetenz entwickeln sich hier besondere Chancen. Zur künftigen Sicherung der Perspek-tiven von Unternehmen und Beschäftigung am Standort Deutschland wird es für die elektronische Automatisierungstechnik daher darauf ankommen, ihre Stärken in der Technologieentwicklung, der kundenspezifischen Anwendung und ihrer darauf passgenau abgestimmten Produktionsweise auszubauen. Die führende technologische Position der Unternehmen beruht auf ihrer ausgeprägten Kom-pe-tenz, Ergebnisse der produktiven Forschungslandschaft in marktgängige Inno-vationen mit einem hohen Kundennutzen weiter zu entwickeln. Diese Kernkom-pe-tenz im Rahmen der heute erkennbaren technischen Trends wie der Anwendung von Wireless- oder Internettechnologien ist die zentrale Herausforderung für die Innovationsaktivitäten der Unternehmen. Mit ihrer erfolgreichen Bewältigung wird eine breite Basis für weitere innovative Produkte und neue Leistungsangebote gelegt, wie beispielsweise in der Wartung von Anlagen oder weitere After-Sales-Dienstleistungen.

Die Verbindung innovativer Lösungskonzepte mit dem individuellen Kundennutzen ist der zweite wesentliche Treiber für die Vormachtstellung der deutschen Hersteller. Mit ihren anwendungsbezogenen Technologieentwicklungen haben sie sich nicht nur einen Qualitätsvorsprung erarbeitet, sondern diesen auch in stei-gende Marktvolumina umgesetzt, die sie zu Weltmarktführern gemacht haben. Die künftige Herausforderung wird auf der Marktseite vor allem darin bestehen, diese Kompetenz in den vielfältigen Einsatzmöglichkeiten auf anwendungsbezo-genen, technologischen oder regionalen Teilmärkten der Welt systematisch weiter zu entwickeln.

Für die künftigen marktseitigen Entwicklungsperspektiven der nach wie vor tech-nologisch führenden Mess- und Steuerungstechnik bestehen am Standort Deutschland weiterhin gute Aussichten. Allerdings muss neben der starken Kom-pe-tenz, die technologischen Markttrends aufzunehmen und weiter zu entwickeln, ein besonderes Augenmerk auf die Vertiefung und den Ausbau der engen Ent-wicklungszusammenarbeit mit den Endkunden gelegt werden, um diese in den letzten Jahren ausgebaute Stärke auch künftig gegenüber dem aufstrebenden internationalen Wettbewerb zu halten.

Neue wirtschaftliche Perspektiven entstehen bei Kunden der Fertigungs- und Prozessindustrien, die ihre Kompetenzen bei Instandhaltung und angelagerten Dienstleistungen verringern. Sie lagern eigene Fachabteilungen aus und konzentrieren sich auf ihre Kernkompetenzen. Externe Dienstleister können jedoch nur Teilaufgaben übernehmen, weil ihnen oftmals das umfassende, in jahrelanger gemeinsamer Entwicklungsarbeit gewachsene Kundenverständnis fehlt. Für die Unternehmen der Automatisierungstechnik als enge Wertschöpfungspartner entstehen somit neue Betätigungsfelder als Lösungsanbieter, Systemlieferant und Systemintegrator. Hier entsteht ein neues komplexes Aufgabenfeld mit Bedarf an Beratung, Schulung, Ingenieurdienstleistungen und Life-Cycle-Services. In anderen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes, wie etwa dem Maschinenbau, verzeichneten in den vergangenen Jahren die Dienstleistungsangebote insbesondere bei Wartung, Instandhaltung und der Garantie von Anlagenverfügbarkeiten überdurchschnittlich hohe Wachstumsraten.

Um insbesondere die After-Sales-Services weiter zu entwickeln und auszubauen, hat der ZVEI beispielsweise eine Dienstleistungs-Initiative „Services in Automatisierung“ initiiert. Dort werden unternehmerische Perspektiven entwickelt, die sich auf Angebote von produktbezogenen Basis-Dienstleistungen über applikationsspezifische Anpassungen und systembezogener Instandhaltung bis hin zu anlagenbezogenen erweiterten Dienstleistungen zur Verbesserung von Prozessleistungen bei kundenspezifischen Anlagen beziehen (vgl. ZVEI 2004).

b) Innovationsverhalten verbessern

Die große Bedeutung, die Innovationen auch künftig in wirtschaftlicher Sicht für die Unternehmen der Mess- und Steuerungstechnik haben werden, ließ sich wie gezeigt daran erkennen, dass gerade die in den vergangenen Jahren erfolgreichen Unternehmen mit überdurchschnittlichen Renditen hohe Umsatzerfolge mit Marktneuheiten erzielt haben (vgl. ZEW 2008b). Umso bedeutender sind für die Branche daher weiterhin hohe Innovationsanstrengungen, um ihre Technologieführerschaft auch künftig abzusichern.

Ein Blick auf die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in technologischen Spitzengruppen verdeutlicht den Nachholbedarf der deutschen Produzenten. Im internationalen Vergleich liegen beispielsweise die internen Ausgaben der Unternehmen für Forschung und Entwicklung gemessen am Produktionswert mit knapp 7% deutlich unter dem Durchschnitt der OECD von knapp 9%. Andere Industriezweige wie der Luft- und Raumfahrtzeugbau oder die Medientechnik liegen jeweils darüber (vgl. Belitz et. al 2008). Auch beim eingesetzten Personal im F&E-Bereich verstärkt sich der Eindruck nachlassender Innovationsbestrebungen. Denn während in anderen deutschen Industriezweigen, wie dem Automobilbau oder der Pharmazeutischen Industrie, zwischen den Jahren 2001 und 2005 eine Personalaufstockung um 11.500 bzw. 2.500 Beschäftigte stattfand, gehört die Mess-, Steuer- und Regeltechnik zu den vielen Branchen mit einem Personalrückgang (um 900 Beschäftigte) (vgl. Belitz et. al 2008).

Dabei sieht die elektrotechnische Automatisierungstechnik selbst die Notwendigkeit für erhebliche Innovationsanstrengungen, um künftig weiterhin ihre führende

Wettbewerbsposition zu verteidigen. Als ein wesentliches Innovationsfeld wird die Weiterentwicklung der Kommunikationstechnologie in der Automation angesehen, in der mit dem Einsatz von Wireless- und Web-Technologien u.a. Sicherheitsaspekte verbessert und Vernetzungspotenziale erschlossen werden sollen. Ein zweites zentrales Innovationsfeld stellt eine neue Sensorik dar, mit deren Hilfe beispielsweise die Potenziale von Online-Messungen organischer Stoffe oder der Biosensorik erweitert werden (vgl. ZVEI 2007).

c) Qualifizierungsanstrengungen verstärken

Für die Produktionsweise der Automatisierungshersteller bedeuten technologische und marktseitige Entwicklungen insbesondere hohe Flexibilitätsanforderungen. Sie beziehen sich zum einen auf das Produktionsmodell selbst, das den Produktanforderungen nach einer höheren Individualisierung oder größeren Standardisierungsmöglichkeiten entsprechen muss. Zum anderen sind kunden spezifische Leistungen stets mit einer hohen Lieferflexibilität verbunden, deren organisatorische Voraussetzungen in den Betrieben geschaffen werden müssen. Die Aktivierung dieser Potenziale einer effektiven Produktion hängt darüber hinaus in starkem Maße von dem anwendungsspezifischem Know-how in den Betrieben ab, in denen qualifizierte Mitarbeiter und Fachkräfte künftig einen noch höheren Stellenwert bekommen werden.

Seit 2007 wirkt sich indessen in den Unternehmen ein qualitativer und quantitativer Fachkräftemangel aus, der sich Branchenveröffentlichungen zufolge zu einer Wachstumsbremse entwickelt hat. Viele Unternehmen könnten im Jahr 2008 nicht so stark wachsen wie ihre Auftragslage es zulassen würde (vgl. Rein 2008). Die Ursachen des Fachkräftemangels werden in der Branche u.a. darin gesehen, dass in der Vergangenheit konjunkturell bedingt weniger Neueinstellungen vorgenommen worden sind und die Elektrotechnik bei der Studienwahl ein Imageproblem habe.

Allerdings bewirkt der aktuelle Fachkräftemangel kurzfristig, dass zusätzliche Kundenanfragen nicht bearbeitet werden können und Wettbewerber im Ausland verstärkt nachgefragt werden. Von Branchenexperten wird darüber hinaus für den heimischen Standort die Gefahr gesehen, dass die deutschen Hersteller ihre internen Prozesse unter diesem Eindruck neu gestalten und Kapazitäten für Entwicklung und Projektbearbeitung künftig international aufbauen. Die Ausbildungs- und Qualifizierungsanstrengungen der Branche müssen daher mit Nachdruck intensiviert werden.

Über den aktuellen Status hinaus erweitert sich das Anforderungsprofil in der Mess- und Steuerungstechnik zunehmend. Qualifizierungsbedarfe entstehen insbesondere für interdisziplinäre Anforderungen im Zusammenhang mit einem neuartigen technikübergreifenden Aufgabenverständnis. Darüber hinaus erfordern die intensivierte Kundenorientierung und die stärkere Interaktion mit Zulieferern und Anlagenbetreibern umfassend und spezialisiert ausgebildete Fachkräfte (vgl. ZVEI 2006). Für die elektrotechnische Automatisierungsindustrie sind damit weitere wesentliche Zukunftsaufgaben definiert. Aus dem vielfältigen Angebot von Berufen für die Metall- und Elektroindustrie stehen nach der Neuordnung der in-

dustriellen Elektroberufe im Jahr 2003 die beiden Berufe Mechatroniker und Elektroniker für die Automatisierungstechnik im Fokus.

Von hohem Interesse sind auch die Entwicklungen im Bereich der Ingenieure. Nicht nur, dass der Ingenieuranteil überproportional wächst, auch sind tiefgreifende Veränderungen in der Ingenieursausbildung zu beobachten. Dies gilt insbesondere für die Verzahnung der verschiedenen Ingenieursdisziplinen. So werden z.B. Ingenieure aus den Bereichen Maschinenbau und IT verstärkt eingesetzt (vgl. Diegner 2006). Auf der anderen Seite wird die Ingenieurbelegschaft im Schnitt älter, während hingegen sich die grundsätzlichen Anforderungen an Ingenieure stark verändern. Nur noch 49% der Tätigkeiten liegen im Bereich Entwicklung und Engineering. Hinzukommen viele weitere Aufgaben, die neue Kompetenzen erfordern: höhere Methoden- und Systemkompetenz, bessere betriebswirtschaftliche Kenntnisse, Denken in Prozessen und übergreifenden Zusammenhängen, Fremdsprachen, Arbeits- und Kommunikationstechniken, Teamfähigkeit u.v.m. (vgl. Becher 2007).

Es wird für die Unternehmen darauf ankommen, inwiefern sie Willens und in der Lage sind ihrerseits die geeigneten Maßnahmen zu ergreifen um rechtzeitig einem Fachkräftemangel im eigenen Betrieb vorzubeugen. Dies betrifft sowohl Fragen der Aus- und Weiterbildung wie auch innovative Angebote wie das „Duale Studium“.

d) Stabilität der inländischen Wertschöpfung sichern

Um ihre Wettbewerbsfähigkeit weiter zu verbessern und teilweise Marktanforderungen nachzukommen, sehen viele Unternehmen der Mess- und Steuerungstechnik ihre Entwicklungsperspektiven vermehrt in kurzfristigen Verlagerungen von Produktionskapazitäten in Niedrigkostenländer. Nach Angaben von Branche-kennern befasst sich bereits jedes mittelständische Unternehmen ab einer Größenordnung von etwa einhundert Beschäftigten mit derartigen Überlegungen. Als zusätzliches Verlagerungsmotiv ist in der jüngsten Zeit der beklagte Fachkräftemangel am Standort Deutschland hinzu gekommen. Im Rahmen globaler Sourcing-Überlegungen beeinflussen darüber hinaus die Standortentscheidungen ihrer Hauptabnehmer die Zukunftsfähigkeit der Automatisierungstechnik am Standort Deutschland. So führt die anhaltend starke Wertentwicklung des Euro gegenüber dem US-Dollar dazu, dass z.B. Kunden der Prozessautomation aus der Öl- und Gasbranche zur Risikoabsicherung bereits Produktionsstätten im Dollar-Raum aufgebaut haben. Damit geraten die engen Arbeitskontakte der deutschen Hersteller zu ihren anspruchsvollen Abnehmerbranchen in Gefahr, die bislang die Grundlage für die erfolgreiche Weiterentwicklung der eigenen Lösungskompetenz gebildet haben und einen entscheidenden Entwicklungsvorteil dargestellt haben.

Der Slogan „Evented in Germany – produced everywhere“ kann aus anderen Industriebranchen wie der Automobilherstellung nicht ohne weiteres auf die Mess- und Steuerungstechnik übertragen werden. Denn es droht der Verlust der eigenen Produkt-, Markt- und Entwicklungskompetenz wie in den mittlerweile deindustrialisierten Vereinigten Staaten. Diese gelten als Beispiel für eine negative Entwicklungsdynamik, weil die niedrigeren Anforderungen auf den US-

amerikanischen Märkten dazu geführt haben, dass die dortige Automatisierungsindustrie den Anschluss an die technologische Weltspitze verloren hat.

Die Nutzung ausländischer Ressourcen und Produktionskapazitäten ist für die Branche indessen keine neuen Thema, wenngleich sich ihre Intensität und Breitwirkung in den letzten Jahren natürlich erheblich ausgeweitet hat. Die Unternehmen der Automatisierungstechnik haben mit ihren unterschiedlichen Produktionskonzepten und globalen Sourcing-Strategien dabei allerdings unterschiedliche Erfahrungen gemacht, die die oft eindimensionalen Diskussionen in den Unternehmen über Lohnkostenunterschiede und entsprechende Verlagerungsvorhaben in ein kritisches Licht setzen:

- a. Hersteller **nutzen langfristig die internationale Arbeitsteilung** durch den Ausbau ausländischer (auch außereuropäischer) Produktionsstandorte z.T. bereits seit bis zu 30 Jahren. Am heimischen Standort verbleiben neben den Funktionsbereichen der Forschung & Entwicklung sowie der Kundenbetreuung insbesondere die Vorserien- und die Ersatzteillfertigung („Geburts- und Sterbehaus der Produkte“). Für die Serienfertigung werden dagegen ausschließlich ausländische Produktionsstandorte mit Produktionskostenvorteilen genutzt, neue gewerbliche Arbeitsplätze entstehen in Deutschland nicht.

Die Unternehmen nutzen am Standort Deutschland die Qualität der Forschungs- und Entwicklungslandschaft, die hoch qualifizierten Ingenieure, die Nähe zu Hauptkunden als Entwicklungspartner und die gut ausgebauten Zuliefer- und Clusterstrukturen, mit deren Hilfe sie im Bedarfsfall „verlängerte Werkbänke“ nutzen können. Die höheren Logistik- und Kontrollkosten lohnen jedoch nur bei weiterhin existierenden nennenswerten Kostendifferenzen zu ausländischen Produktionsstandorten. Gleichwohl bestehen auch am hiesigen Standort weitere Wertschöpfungspotenziale wenn z.B. im Zuge komplexerer Produkte eine Ausweitung der Vertriebskompetenzen erforderlich ist weil Problemlösungen gemeinsam mit den Kunden erarbeitet werden müssen oder zusätzliche Dienstleistungsangebote entwickelt werden, die das Medium Internet stärker nutzen oder etwa zusätzliche Angebote über Anlagenverfügbarkeiten entwickelt werden.

- b. Hersteller haben sich seit Ende des letzten Jahrzehnts gezielt an der **Realisierung von Kostenvorteilen** orientiert, inländische Produktionsstandorte geschlossen und internationalisiert sowie sich auf Entwicklungsleistungen und die Fertigung hoher Stückzahlen konzentriert. Nach einer im Branchenvergleich unterdurchschnittlichen wirtschaftlichen Entwicklung erfolgte in den letzten Jahren eine Neuorientierung zu einer systematischem Entwicklung der eigenen Stärken über den Ausbau des Technologiemanagements inklusive dem Aufbau eigener Produktions- und Personalkapazitäten am Unternehmensstammsitz - mit einem derzeit steigenden Anteil gewerblicher Arbeitsplätze.
- c. Hersteller haben **Produktion und anwendungsbezogene Entwicklungsleistungen in außereuropäische Standorte** verlagert, weil mit den dort vorhandenen kostengünstigen Ingenieurskapazitäten weitere Kosteneinsparun-

gen erzielbar sind. Zwischenzeitlich erfolgen Rückverlagerungen an deutsche oder europäische Standorte, weil die Marktentwicklungen für komplexe Steuerungslösungen einen erhöhten Engineering-Einsatz verlangen und adäquate Ingenieursqualifikationen außereuropäisch nicht vorhanden sind (die wenigen geeigneten Ingenieure bieten auf europäischem Preisniveau an). Im Übrigen führen Mentalitätsunterschiede in der Projektarbeit zu zeitkritischen und kostspieligen Nachbearbeitungen bzw. hohen Betreuungsaufwendungen. Bei der Produktherstellung haben sich zudem steigende Materialienätze bei gestiegenen Rohstoffpreisen ergeben - mit einer dementsprechend sinkenden Relevanz des Personalkostenanteils.

- d. Hersteller verfolgen ein **integriertes Produktionskonzept am heimischen Standort**. Sie bauen ihre Kundenorientierung aus und entwickeln zusätzliche Leistungsangebote. Sie binden ihre Entwicklungsleistungen eng an eine hoch flexible Fertigungsstruktur mit einer hohen internen Wertschöpfungstiefe. Ihre Prozesse können die Unternehmen im Rahmen einer auftragsbezogenen Stückzahlfertigung auf sehr flexible Weise gestalten und zeichnen sich bei gesicherter Produktqualität durch eine hohe Schnelligkeit und Lieferfähigkeit aus. Ausgeprägte Nachfragespitzen wie in den Jahren 2006/07 können besser bedient werden und führen zu einer wirtschaftlichen Entwicklung oberhalb des Branchendurchschnittes.

Am Standort Deutschland nutzen die Unternehmen die hohe Flexibilität der effektiv organisierten Fabrikorganisation und die Kompetenzen der qualifizierten Fachkräfte in der Entwicklung und im gewerblichen Bereich sehr intensiv. Sie profitieren insbesondere beim Handling komplexer Kundenanforderungen an Produktentwicklungen die eine enge Verbindung von Engineering und Produktion verlangen und profilieren sich mit einer besonders ausgeprägten Reaktionsschnelligkeit. Zentrale Funktionsvoraussetzung ist dabei das Vorhandensein von Engineering und Produktion am Unternehmensstandort bzw. in verbindlich gestalteten Netzwerkzusammenhängen mit direkten Zugriffsmöglichkeiten in räumlicher Nähe. Besonders bei komplexen und zeitkritischen Kundenanforderungen ergeben sich weiterhin sehr gute Entwicklungs-perspektiven für eine hohe heimische Wertschöpfungstiefe.

Für die Produktionskonzepte mit einer hohen Wertschöpfungstiefe wie für Konzepte mit höheren globalen Sourcing-Anteilen bilden die enge Kundenbindung sowie die exzellente Forschungs- und Entwicklungslandschaft notwendige Erfolgsvoraussetzungen. Gleichermassen benötigen sie die Nähe zu marktführenden Kunden mit hochwertigen Lösungsansprüchen, mit denen sie Entwicklungspartnerschaften für maßgeschneiderte Leistungen anstatt von Massenproduktion eingehen können sowie qualifizierte Fachkräfte für die produktionstechnische Umsetzung.

Die unterschiedlichen Produktionskonzepte belegen jedoch grundsätzlich die zunehmende Bedeutung des globalen Sourcing, deren Kostenvorteile angesichts der hohen internationalen Wettbewerbsintensität sorgfältig geprüft werden müssen. Beispiele aus anderen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes zeigen u.a., dass Kostenrisiken unzureichend qualifiziert werden, z.B. für die Aufrechterhaltung von Qualitätsstandards (Kontrolle, Nacharbeiten), oder die wirtschaftlichen

Rahmenbedingungen am neuen Standort unterschätzt werden (z.B. Kostenentwicklungen bei Löhnen und Preisen, Leistungsfähigkeit der Infrastruktur, Qualifikationsniveau der Beschäftigten).

Darüber hinaus müssen die Aufwendungen für Kommunikation, Steuerung, Logistik und Produktion in den ausländischen Betriebseinheiten sowie die mangelnde Flexibilität im Ausland richtig eingeschätzt werden. Untersuchungen zur Thematik von Verlagerungen und Rückverlagerungen empfehlen daher stets, vor diesen Schritten die Optimierungspotenziale am Standort Deutschland zunächst voll auszuschöpfen, da hier im allgemeinen höhere Potenziale gesehen werden (vgl. Kinkel/Maloca 2007). Zum anderen muss bei nicht sachgerechten Auslagerungen oder Verlagerungen von Produktions- oder Entwicklungskapazitäten deutlich die Gefahr mittelfristig höherer Kosten gesehen werden, die derartige Investitionen schnell unrentabel erscheinen lassen können oder das Unternehmen insgesamt gefährden.

Insgesamt zeigen sich indessen für die Instrumententechnik derzeit keine nennenswerten Tendenzen zur Rückverlagerungen von Betrieben. Während im Verarbeitenden Gewerbe 15% und in der Elektroindustrie 10% der verlagernden Betriebe nach drei Jahren zurückgekehrt sind, geschah dies bei den elektrotechnischen Instrumententechnik lediglich in 3% der Fälle.

Für die Unternehmen der Mess- und Steuerungstechnik wird es also darauf ankommen, entsprechend den Anforderungen ihrer Kunden eine leistungsfähige Produktionsstruktur anzubieten, mit der sich je nach Anforderungskatalog individuelle oder standardisierbare Bedarfe befriedigen lassen. Dass es je nach Anforderungsprofil unterschiedliche erfolgreiche Wege gibt, zeigen die Beispiele aus der Automatisierungspraxis. Und dass nicht jede Verlagerung von arbeitsintensiven Produkten hiesige Standorte und Beschäftigung gefährdet, zeigen nicht nur Beispiele aus der Automatisierungspraxis, sondern darüber hinaus Untersuchungen zur Verlagerungspraxis in weiteren Branchen des Verarbeitenden Gewerbes, die insgesamt einen positiven Beschäftigungssaldo aufweisen.

6 Zusammenfassendes Resümee: Die Elektroindustrie – zukunftsträchtiger Wirtschaftszweig mit Strategieproblemen

Die deutsche Elektroindustrie stellt sich im Unterschied zu anderen wichtigen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes wie dem Maschinenbau oder der Automobil(zulieferer)industrie sehr heterogen dar. Zunächst weisen die einzelnen Fachzweige sehr unterschiedliche Größenordnungen auf, die von 190.000 (Elektrizitätsverteilungs- und schalteinrichtungen) bis zu unter 10.000 Beschäftigten in drei Bereichen reichen (Büromaschinen, Akkumulatoren und Batterien, Uhren).

Die Fachzweige unterscheiden sich darüber hinaus im Hinblick auf ihr Produkt- und Leistungsspektrum sowie ihre Wertschöpfungsstrukturen extrem. So reichen die Verkaufswerte einzelner Leistungseinheiten von wenigen Euro bis zu dreistelligen Millionenbeträgen, ihre Losgrößen reichen von eins bis zu vielen Millionen, ihre mittleren Betriebsgrößen von 122 bis 293 Mitarbeitern und die mittleren Umsätze pro Mitarbeiter von 180.000 Euro (Prozesssteuerungen) bis zu 585.000 Euro (Datenverarbeitungsgeräte). Auch die einzelnen Kostenarten besitzen eine unterschiedlich hohe Bedeutung wenn etwa die Arbeitskosten in der Telekommunikationstechnik bei 13% der Gesamtkosten liegen, während sie bei den Sonstigen elektrischen Ausrüstungen bis 33% reichen.

Das heterogene Bild zeigt sich auch in den Arbeitsstrukturen der Teilbranchen, die von kleinen Werken mit nahezu ausschließlich einfacher manueller, körperlicher Arbeit bis zu reinen Engineering- und FuE-Standorten mit vierstelligen Mitarbeiterzahlen reichen. Dementsprechend unterscheiden sich in den Fachzweigen die Qualifikationsstrukturen mit den Anteilen von Hochschulabgängern (hoch bei Telekommunikationstechnik und DV-Geräten, niedrig bei Elektrokabeln, Uhren und Medizintechnik), die Altersstrukturen oder der Anteil von Frauen (24% bei Prozesssteuerungen bis 47% in der Medizintechnik).

Auch die wirtschaftliche Entwicklung der Elektrotechnik ist sehr unterschiedlich verlaufen: Bezogen auf die Umsätze reicht die Entwicklungsspanne zwischen den Jahren 1995 und 2007 von -27% (Rundfunktechnik und TV-Geräte) bis +379% (Elektronische Bauelemente), die Beschäftigungsentwicklung von -55% (Datenverarbeitungsgeräte) bis zu +47% (Prozesssteuerungen). Entsprechend der unterschiedlichen Dynamik in den Fachzweigen weist die Elektroindustrie auch in geographischer Hinsicht keine einheitliche Struktur auf. Während ihre Umsatz- und Beschäftigungsschwerpunkte ganz eindeutig im Süden Deutschlands angesiedelt sind (v.a. in Baden-Württemberg und Bayern), liegen die größten Wachstumsregionen mit den Ländern Sachsen, Thüringen und Sachsen-Anhalt im Osten Deutschlands.

Auf dem Weltmarkt haben sich die einzelnen Elektrogüter und Fachzweige ebenfalls sehr spezifische und unterschiedliche Positionen erarbeitet: In der Energietechnik besitzt der Auslandsumsatz für die Branche insgesamt eine relativ geringe Bedeutung, im internationalen Projektgeschäft werden etwa beim Netzaufbau durch die dort tätigen Konzerne allerdings hohe Exportüberschüsse erwirtschaftet. Die Hersteller elektronischer Bauelemente weisen in der Elektroindustrie den

höchsten Auslandsumsatz auf, besitzen indessen eine negative Handelsbilanz. Demgegenüber hat sich die elektrotechnische Automation sowohl hohe Auslandsumsätze als auch einen sehr hohen Exportüberschuss erarbeitet.

Energietechnik

Die elektrotechnische Energietechnik umfasst vor allem die Herstellung von Generatoren und Kraftwerksleittechnik sowie von Schaltern, Transformatoren, Leitungen, Leittechnik und sonstigen Ausrüstungen und Ausrüstungen für Stromübertragungs- und -verteilnetze. Die Leistungen der betreffenden Unternehmen bestehen zum einen aus der Herstellung der betreffenden Technikprodukte, zum anderen aus umfangreichen Projekten zum Bau großer Anlagen. Mit ABB, Siemens und Areva sind drei der weltweit führenden Unternehmen der elektrotechnischen Energietechnik in Deutschland vertreten bzw. beheimatet. Im internationalen Staatenvergleich liegt Deutschland in der Herstellung von Energietechnik hinter China und vor den USA auf Rang 2.

Wichtigste Kunden der Energietechnikhersteller sind traditionell Kraftwerks- und Netzbetreiber der öffentlichen Stromversorgung sowie Bahnstreckenbetreiber. Eine wachsende Rolle spielen mittlerweile auch Industrieunternehmen, die Anlagen zur Eigenversorgung mit Strom betreiben. Insgesamt erreichte die Energietechnikherstellung im Jahr 2008 einen Umsatz von knapp 14 Mrd. €, der mit rund 66.000 Beschäftigten erbracht wurden. Damit zählen zur Energietechnik in diesem engeren Sinne ein gutes Fünftel der Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung und -verteilung (WZ 31-33) in der amtlichen Statistik.

Von 2006 bis 2008 verzeichnete die Energietechnik ein ausgesprochen starkes Wachstum, das sich auch in einem Anstieg der Beschäftigung niedergeschlagen hat. Mehr noch als der deutliche Anstieg der Inlandsnachfrage war es der stark steigende Umsatz im Exportgeschäft, der den deutschen Herstellern diesen Boom beschert hat. Auf diese Weise konnte die Energietechnik auch ihre traditionell vergleichsweise schwache Exportquote auf zuletzt 44% steigern – dieser Wert liegt allerdings immer noch unter dem Durchschnitt der Elektroindustrie. Dennoch kommt in dieser Entwicklung zum Ausdruck, dass sich die traditionell eher nationalen Märkte in der Energietechnik zunehmend öffnen. Dementsprechend verzeichnete Deutschland auch einen deutlichen Anstieg der Importe der einschlägigen Produkte.

Die Energietechnikhersteller können sich auch in Zukunft unter sehr guten Rahmenbedingungen in Form einer weltweit steigenden Nachfrage entwickeln. Besonderer Bedarf nach entsprechenden Produkten und Leistungen besteht vor allem in den rasch wachsenden Schwellenländern, in denen auch der Stromverbrauch weiter stark steigen wird. In den entwickelten Industriestaaten wird die Nachfrage dagegen vor allem durch einen Strukturwandel in der Stromerzeugung und Stromversorgung geprägt, der maßgeblich von den politischen Bemühungen um einen verbesserten Klimaschutz vorangetrieben wird. Der zunehmende Einsatz von regenerativen Energien in der Stromerzeugung erfordert dabei neue Technologien sowohl in der Stromerzeugung wie auch in der Stromübertragung und -verteilung.

Die Bewältigung entsprechender Entwicklungen erfordert sowohl eine weitere Öffnung in Richtung von stark wachsenden Auslandsmärkten wie auch eine hohe Innovationskraft, um die erforderlichen Lösungen für den angesprochenen Strukturwandel zu entwickeln. Diese Entwicklung ist allerdings nicht ohne Risiko: Insbesondere bei weniger anspruchsvollen Produkten (etwa für Mittelspannungsausrüstungen) wird sich der internationale Wettbewerb insbesondere aus Low-Cost-Countries zukünftig verstärken und deutsche Hersteller ggf. unter Druck setzen. Die zunehmende Bedeutung von internationalen Normen und die Internationalisierung der Energieversorgungswirtschaft (insbesondere auch der führen deutschen Energieversorgungskonzerne) bergen zudem den Trend einer Nivellierung von Standards unterhalb des traditionell hohen Qualitäts- und Preisniveaus in Deutschland. Für die deutschen Anbieter ergibt sich daraus die Anforderung, geeignete Produkte und Leistungen auf einem solchen Niveau anzubieten, um mit einer solchen Entwicklung Schritt zu halten.

Innovationen müssen sich vor allem auf eine Steigerung der Energieeffizienz sowie in die erfolgreiche und zuverlässige Einbindung von Stromerzeugungsanlagen Basis regenerativer Energienutzung richten. Dies sind in Deutschland zukünftig vor allem Offshore-Windkraftanlagen, in anderen Erdteilen darüber hinaus auch große Wasserkraftwerke. Innovative Lösungen sind insbesondere erforderlich, um solche Anlagen, die oftmals in verbrauchsfernen Orten errichtet werden müssen, ohne große Leitungsverluste und Instabilitäten in die Stromversorgung einzubinden. Mittel- bis langfristig könnte sich diese Aufgabe auch im Hinblick auf solarthermische Großkraftwerke in Südeuropa stellen. Insofern kann davon gesprochen werden, dass es sich bei der elektrotechnischen Energietechnik um eine Schlüsseltechnologie für einen wirksamen Klimaschutz handelt.

Durch die Veränderungen auf dem Stromversorgungsmarkt und damit einhergehende technische Entwicklungen in den Stromnetzen ergeben sich für die Energietechnikhersteller zunehmend neue Wettbewerber aus dem Bereich der IT-Wirtschaft, da innovative Lösungen etwa für die Netzeleittechnik immer stärker in Form von Software und immer weniger als Hardware entwickelt werden. Insofern müssen sich die Anbieter der Elektroindustrie bei ihren Entwicklungsbemühungen auf ein fachlich neues Terrain begeben. Die stärkere Betonung der Software-Seite könnte zudem dazu führen, dass Standorte mit entsprechenden Kompetenzen wie z.B. die USA oder Indien in Zukunft im weltweiten Maßstab als Produktionsstandorte an Bedeutung gewinnen.

Elektronische Bauelemente

Der Fachzweig elektronische Bauelemente zeichnet sich durch ein sehr vielfältiges Bild aus. Die Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Teilen (wie z.B. Halbleitern, Induktivitäten, Piezokeramik und EMS) sind z.T. sehr weit – weder hinsichtlich von Technologien, Märkten und Kunden oder den Produktionskonzepten sind innerhalb des Fachzweigs in vielen Fällen Gemeinsamkeiten zu erwarten. Entsprechend differenziert ist auch die Lage einzelner Teile zu bewerten, die von sehr kritisch (z.B. bei der Teilen der Kondensatoren) bis zu perspektivisch sehr gut (z.B. bei EMS) reicht. Solche Befunde lassen sich allerdings nicht nur auf der Ebene des Fachzweigs gewinnen, sondern sind durchaus auch in größeren Unternehmen wie den Siemens-Ausgründungen Infineon oder Epcos anzutreffen

– mit der einen Folge, dass immer wieder auch ihre weitere Aufteilung bzw. Zerschlagung diskutiert wird.

Gemeinsamkeiten und hieraus hervorgehende Arbeitszusammenhänge bilden sich daher häufig entlang der Wertschöpfungskette. Dies betrifft zu einem geringeren Teil gemeinsame Vorketten etwa im Bereich der Materialforschung, in besonderem Maße aber ähnliche Kunden, zumindest aber gemeinsame Kundengruppen mit ihren spezifischen Anforderungen. Von besonderer Bedeutung für den Fachzweig sind dabei die Automobil(Zuliefer)Industrie sowie vielfältige Anwendungen in der Industrie. Beide Kundengruppen zusammen dominieren in nahezu allen Teilmärkten mit einem Marktanteil von über 50%.

Neben dieser insgesamt starken Ausrichtung auf diese Kundengruppen ist weiterhin die Ausgestaltung des Verhältnisses zu diesen Kunden ein Thema, dass sehr viele Teilbereiche in den letzten Jahren neu ausgestalten und das vermutlich die zukünftige Überlebensfähigkeit einzelner Unternehmen sowie auch ganzer Teile des Fachzweigs bestimmen kann. So besteht z.B. im Bereich der Halbleiter und einiger ausgereifterer Teile der passiven Bauelemente die Gefahr, dass all diejenigen Aktivitäten, die auf ein Massengeschäft konzentriert sind, zumindest mit Blick auf die Produktion (in Teilen einschließlich der Anlaufproduktion), den Standort Deutschland verlassen werden. Gegebenenfalls trifft dies sogar auch für Forschung und Entwicklung zu, so dass im günstigen Fall Handels- und Unternehmenssteuerungsfunktionen in Deutschland verbleiben. Eine intensive Zusammenarbeit mit Kunden über das Anbieten von (zeitlich, technisch oder auch arbeitsteilig) flexiblen Lösungen scheint hingegen quer durch den Fachzweig eine Strategie zu sein, auch in Bereichen mit an sich hohem Wettbewerbsdruck und schon vor langer Zeit erfolgter Verlagerung der Produktion in Low-cost-countries Produktion in Deutschland aufrecht zu erhalten. Dies zeigen Erfahrungen z.B. bei Kondensatoren, Induktivitäten und elektromechanischen Bauelementen. Auch der Blick auf den stark wachsenden Markt für EMS macht deutlich, dass eine ernst genommene Kundenorientierung gerade in Hinsicht auf die eher mittelständisch orientierten deutschen ‚Vorzeigebranchen‘ wie den Maschinenbau eine gute Ausgangsposition für starkes Wachstum ist. Anders als die internationalen Konzerne, die diese mittelständischen Kundenwünsche bisher nur bedingt zu bearbeiten in der Lage waren, sind viele mittelständische EMS in den letzten Jahren sehr stark in Deutschland gewachsen. Dies erfolgte allerdings häufiger zu Lasten der Löhne der Beschäftigten, da der Anteil tarifgebundener Arbeit hier vermutlich gering ist.

Aufgrund dieser schon erkennbaren, zukünftig aber vermutlich eher noch stärker werdenden Ausrichtung auf besondere Kundengruppen, die mit einem spezifischen Leistungsspektrum bedient werden, gibt es bei allen Teilen des Fachzweigs einen z.T. sehr deutlichen Unterschied zwischen der Weltmarktentwicklung und der Lage auf dem deutschen Markt. Ein Beispiel hierfür ist die Abkopplung von einigen Miniaturisierungsschritten im Halbleiterbereich, ein anderes ist die überwiegend sehr geringe Bedeutung des Kundensegments Consumer Electronics und die starke Fokussierung von Investitionsgüter (als ‚Endprodukte‘).

Diese Ein-Mischung hat in den letzten Jahren und Jahrzehnten in der Elektrotechnik schon zu einigen schmerzhaften Entwicklungen geführt – der Niedergang bei der Produktion von brauner und weißer Ware sind Beispiele hierfür. Ähnliche

Entwicklungen sind auch in Teilen der Elektronischen Bauelemente möglich – hier sind insgesamt noch deutliche Umbrüche in den nächsten Jahren möglich. Dies gilt z.B. für die Massenfertigung im Halbleiterbreich (bei Speicherbausteinen, aber auch bei Chips) oder bei passiven Bauelementen, bei denen selbst im Bereichen bisher hoher Innovationsdynamik (Oberflächenwellenfilter für Mobilfunk, Piezokeramik in verschiedenen Anwendungen) eine Beschränkung der Produktion auf Anfertigung / ramp-up nicht unwahrscheinlich ist. Ein aus Sicht des Fachzweigs erfreulicherer Strukturbruch könnte bei den EMS erfolgen. Allerdings werden diese Zugewinne in aller Regel zu Lasten der OEM gehen, denn diese lagern ja ihre Produktion in Richtung EMS aus.

Insgesamt ist in dem Fachzweig eine große Bewegung zu erkennen, deren Richtung noch nicht in jedem Fall klar ist. In vielen Fällen besteht durchaus die Möglichkeit, wichtige Weichenstellungen so zu treffen, dass sie zur nachhaltigen Sicherung des Forschungs-, Entwicklungs- und Produktionsstandorts Deutschland für wesentliche Teile der Elektronischen Bauelemente führen. Ganz wesentlich hierfür ist erstens die Stärkung der wichtigen Kundenbranchen, denn ohne ihre Präsenz in Deutschland ist auch die enge Kundenbeziehung zu ihnen hinfällig. Zweitens ist jedoch eine Erhöhung des Innovationstemplos und der Grundlagen für Innovationen sowie ihrer Umsetzungsmöglichkeit von Bedeutung. Die Erhöhung von Anforderungen an die Energie- (oder allgemeiner: Ressourcen-)Effizienz ist eine solche Maßnahme, die Innovationen quer in allen Teilen der Elektronischen Bauelemente stimuliert. Grundlagen, um aus diesem Innovationsdruck marktfähige Innovationen zu generieren, bietet eine Bildungspolitik, die vorhandene Potentiale durch Qualifizierung weiterentwickelt und neue auf verschiedenen Bildungsebenen erschließt. Denn ein Großteil des Fachzweigs ist in starkem Maße wissensintensiv und dies wird sich angesichts der zu erwartenden Umbrüche noch deutlich intensivieren.

Die elektrotechnische Automatisierungstechnik

Die Automatisierungstechnik ist der wesentliche Impulsgeber für den technischen Fortschritt im Verarbeitenden Gewerbe und prägt die Betriebsstrukturen, Arbeitsorganisation und Qualifizierungsbedarfe wie keine andere Branche. Ihre Innovationen und Produkte sind zunehmend elektronisch ausgestattet und erreichen ihre Kunden sowohl als eigenständige Automatisierungslösungen wie als Zulieferkomponenten für den Maschinenbau. Die stark mittelständisch geprägte Branche mit zahlreichen Neu- und Ausgründungen stellt sich dabei sehr heterogen dar.

Der Trend wachsender Automatisierungsbedarfe aufgrund steigender Anforderungen der Abnehmer (Bsp. Energieeffizienz, Prozessoptimierungen) sorgt für eine stabile Basisnachfrage, die bei guter Konjunktur durch Kapazitätserhöhungen bei den Anwendern ergänzt wird, bei schlechter Konjunktur hingegen durch deren zusätzliche Rationalisierungsanforderungen. Die deutschen Hersteller haben sich mit ihrem hohen technologischen Know-how und ihrer konsequenten Kundenorientierung zum Weltmarktführer entwickelt. Dabei profitieren sie einerseits von der Qualität der sehr ausdifferenzierten Forschungslandschaft sowie dem hohen Anforderungsniveau ihrer Kunden. Bedeutender als die hohe Produktqualität ist dabei ihre ausgeprägte Fähigkeit, die Leistungsangebote in enger

Abstimmung mit den Anforderungen der Abnehmer zu entwickeln, womit ihre Lösungen wiederum zur hohen Wettbewerbsfähigkeit der Kunden beitragen.

Die erfolgreichen Produktionskonzepte der Unternehmen sind dabei stark differenziert. Zum einen können Unternehmen mit einer hohen Wertschöpfungstiefe und einer breiten Angebotspalette sehr kundenspezifisch und flexibel agieren. Andere Unternehmen nutzen bereits längerfristig das globale Sourcing oder eigene ausländische Produktionsstätten und konzentrieren sich auf Forschung und Entwicklung, das Engineering und die Projektsteuerung. Gemein ist ihnen jedoch die starke Bedeutung des kundenbezogenen Engineerings und der Fertigung, deren Basis sich auf dem hohen Anteil der wissensbasierten Leistungen ihrer qualifizierten Ingenieure und Facharbeiter begründet.

Perspektivisch besitzt die Automatisierungstechnik sehr gute Entwicklungsvoraussetzungen mit ihrem wissens- und technologieintensiven Leistungsangebot auf anspruchsvoller werdenden Märkten. Allerdings erstarren derzeit besonders asiatische Wettbewerber mit ihrer technologischen Leistungsfähigkeit. Zentrale Herausforderung der heimischen Branche wird es deshalb bleiben, ihre Innovationsfähigkeit mit der kundenspezifischen Problemlösung weiter zu entwickeln. Die zuletzt leicht rückläufigen betrieblichen Innovationsaufwendungen (F&E-Ausgaben und eingesetztes Personal) dürfen daher nicht nachlassen damit ein Fachkräftemangel abgewendet werden kann und die vorhandenen Potenziale der Automatisierungstechnik weiterhin ausgeschöpft werden können. Dabei sind nicht nur die anspruchsvollen Arbeitsplätze der Entwicklungingenieure mit einem technikübergreifenden interdisziplinären Aufgabenverständnis angesprochen, sondern genauso die im gewerblichen Bereich als Ersatz für die einfachen Tätigkeiten neu entstehenden Arbeitsplätze mit zusätzlichen Arbeitsinhalten, anspruchsvoller Aufgabenstellungen und dementsprechenden Qualifikationsanforderungen.

Gebrauchsgüter-Produktion ohne Zukunft?

Die deutsche Elektroindustrie hat sich in den letzten 20 Jahren im Kern zu einer Investitionsgüterbranche entwickelt, in der neben eigenständigen Produkten und daran zunehmend gekoppelte Dienstleistungen auch noch Zulieferkomponenten hergestellt werden. Die Elektroindustrie ist hier zum wichtigen Entwicklungspartner starker Industriebranchen wie des Maschinenbaus oder der Automobil(Zuliefer)industrie geworden und hat sich mit ihnen sehr positiv entwickelt. Demgegenüber spielt die Herstellung von Gebrauchs- oder Konsumgütern kaum noch eine Rolle - abgesehen von wenigen namhaften Herstellern wie beispielsweise Loewe oder Metz im Bereich der Unterhaltungselektronik. Damit hat die heimische Elektroindustrie einen anderen Entwicklungspfad eingeschlagen als der internationale Markt der Elektro(gebrauchs)güter.

Dabei korrespondiert die Entwicklung zum Investitionsgüterspezialisten sehr deutlich mit dem spezifischen deutschen Innovations- und Produktionsmodell. Dies ist insbesondere durch seine relative Schwäche bei der kostengünstigen Fertigung gekennzeichnet, was sich naturgemäß besonders nachteilig bei der Fertigung von Massengütern auswirkt. Auf der anderen Seite zeichnet sich der deutsche Stand-

ort allerdings durch eine exzellente Forschungs- und Entwicklungslandschaft der Hochschulen und Institute sowie in den Betrieben durch ausgezeichnet qualifiziertes Personal aus. Auf dieser Grundlage haben sich die Unternehmen deutliche Wettbewerbsvorteile bei der Entwicklung hochwertiger Spitzentechnologien sowie ihrer Ausrichtung auf spezifische Kundenwünsche erarbeitet. Diese Prozesse gestalten sich indessen von der Invention über Innovationen bis hin zur Produktionsreife relativ langwierig und sind aufgrund ihrer schlechten time-to-market-Eigenschaften für den Gebrauchsgütermarkt weniger geeignet.

Der Trend zur Spezialisierung der deutschen Elektroindustrie in Richtung einer Investitionsgüterindustrie findet dabei auf allen Ebenen statt. Fachzweig-übergreifend entwickeln sich die Investitionsgüter-Branchen bezogen auf Umsätze und Beschäftigung insgesamt gut, während sich die Gebrauchsgüterfachzweige mit durchweg negativen Tendenzen deutlich schlechter stellen. Fachzweig-intern verschieben sich die Schwerpunkte in Richtung komplexer und spezieller Teile sowie zum Engineering, während standardisierte und standardisierbare Teile oftmals importiert oder verlagert werden. Auch auf Unternehmensebene geben integrierte Konzerne (Siemens, aber auch GE in den USA) Gebrauchsgüter-Sparten auf und konzentrieren sich seit längerem strategisch auf die Investitionsgüterherstellung.

Die Entwicklung von Technologien und Produkten der Gebrauchsgüterherstellung ist in besonderem Maße durch eine starke Elektronisierung und Standardisierung gekennzeichnet. Auf der einen Seite ist die Hardware in vielen Fällen relativ einfach zu beherrschen. Sie wird als standardisierte Massenware hergestellt und erhält damit den Charakter von Commodities, die sich nicht mehr zur qualitativen Differenzierung im Wettbewerb eignen. Vielmehr wächst der Software gegenüber der Hardware eine höhere Bedeutung in der Wettbewerbsdifferenzierung zu, etwa durch die Einbettung von Elektroprodukten in spezifische Anwendungsfelder wie mit dem Apple-iPod in das Geschäftsfeld Musikportal-/vertrieb. Eine weitere Strategie besteht im Setzen von Anwendungsstandards wie es mit Intel-Prozessoren und Microsoft-Betriebssystemen gelungen ist.

Bei der Herstellung der Gebrauchsgüter und Komponenten hat sich in weiten Teilen ein Elektroindustrie-spezifisches Produktionsmodell mit einer klaren Trennung von Entwicklung und Marketing sowie der Produktion durchgesetzt, wie sie prototypisch durch die Marken Windows und Intel dargestellt werden. Im Zuge dieses „Wintelismus“ wurden und werden Produktionsstätten in großem Ausmaß in Niedriglohnländer besonders in Südostasien verlagert. Der Markt für Elektro(massen)güter zeigt jedoch weltweit außerordentlich starke Konjunktur-Ausschläge. Und so muss das Platzen der IuK-Blase 2000/2001 auch als Folge dieses branchenspezifischen Produktionsregimes angesehen werden, das die vertikale Desintegration (Wintelismus) mit einer starken weltweiten Arbeitsteilung (westliche Industriestaaten – Low Cost Countries) kombiniert.

Am Elektrotechnik-Standort Deutschland hat die Herstellung von Gebrauchsgütern einen Tiefpunkt erreicht, der mittlerweile nur noch schwer zu unterschreiten ist. Nach dem Rückzug aus der Unterhaltungselektronik von Anfang der achtziger bis Mitte der neunziger Jahre folgte der Niedergang der Telekommunikationstechnik (besonders der Handyproduktion seit dem Jahr 2000), so dass der Anteil

an der Produktion von Elektrogütern inzwischen nurmehr 3% beträgt. Neue Sparten mit Wachstumspotenzialen wie MP3-Player oder GPS-Navigationsgeräte entwickeln sich in Deutschland indessen nur unterproportional.

Dabei bietet gerade die hohe Innovationsdynamik in der Unterhaltungselektronik und der Telekommunikation immer wieder neue Gelegenheiten für ein Comeback im Gebrauchsgütermarkt durch Quer- und Neueinsteiger wie die Beispiele PDA, Mobiltelefon, GPS-Navigation und MP3-Player zeigen. Gebrauchsgüter-Innovationen kombinieren oftmals die erweiterten Möglichkeiten von standardisierter, allgemein verfügbarer Elektronik-Hardware mit Kenntnissen, Kompetenzen oder Entwicklungsbedarfen ganz anderer Sachgebiete (z.B. individuelle Büroorganisation, Geodaten, Musik-Business) und kreieren daraus neue Anwendungsbedarfe durch Nutzer.

Dabei zeigt die Herstellung von Zulieferkomponenten, dass in Deutschland auch standardisierte Massengüter erfolgreich hergestellt werden können, bei denen die rationelle Fertigung und Montage einen hohen Anteil der Gesamtkosten bilden. Einen Extrempunkt möglicher Organisationsvarianten bildet ein Produktionsmodell mit hohen Anteilen manueller menschlicher Arbeit bei geringen Qualifikationsanforderungen an die Beschäftigten, dessen Vorteile in einer hohen Flexibilität und entsprechenden Anpassungen an rasche Modellwechsel liegen. Demgegenüber steht ein hoch automatisiertes Fertigungsmodell mit entsprechend geringeren Arbeitskosten, bei dem höhere Qualifikationsanforderungen stärker ins Gewicht fallen. Indessen hat sich dieser Automatisierungspfad in Deutschland – zumindest bei der Handyproduktion – als nicht erfolgreich herausgestellt.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen der Gebrauchsgüter- und der Komponentenherstellung zeigt sich darüber hinaus in ihrer Stellung am Markt. Schließlich bilden direkte und enge Kundenbeziehungen neben technologischen Kompetenzen einen entscheidenden Schlüssel für ein fruchtbare Umfeld von Produktinnovationen, eigenen Weiterentwicklungen und der Produktpflege. Diese zentralen Marktinformationen werden den Herstellern von Zulieferkomponenten vermittelt durch die OEM der Automobilindustrie geliefert. Die Gebrauchsgüterhersteller besitzen hingegen keine unterstützenden Strukturen und müssen sich diese Informationen direkt organisieren - ohne eigene endkundenbezogene Entwicklungs- und Marketingstrukturen. Für die Zukunft einer elektrotechnischen Gebrauchsgüter-Produktion am Standort Deutschland stellt sich daher als entscheidende Frage, wie ein Innovations- und Produktionsmodell mit direktem Bezug zu Endkunden entwickelt werden kann.

Literatur

AMA (2008): Sensorik und Messsysteme – Die Exportaktivitäten der Hersteller aus Deutschland und der Schweiz. AMA Fachverband für Sensorik. Göttingen.

Arndt, Ulli / von Roon, Serafin / Wagner, Ulrich (2006): Virtuelle Kraftwerke: Theorie oder Realität? In: Brennstoff Wärme Kraft, Bd. 58, 2006 Nr. 6: 52-57 (zit. als: Arndt et al. 2006)

Becher, F.-S. (2007): Was heute von Ingenieuren alles verlangt wird. Markttrends, Erwartungen von Berufsanfängern, Erwartungen von Personalverantwortlichen, Karrieremechanismen. ZVEI-Sonderdruck aus Grünberg / Wenke (2007): Arbeitsmarkt Elektrotechnik / Informationstechnik 2007.

Belitz, H. et al. (2008): Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Deutschland im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 1-2008. Berlin.

Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hrg. / 2005): Energiewirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020. Erstellt von: DEWI, E.ON Netz, EWI, RWE Transportnetz Strom und VE Transmission, Köln (zitiert als: dena 2005)

Deutsches Patent- und Markenamt (Hrsg. / 2005): Patentatlas Deutschland – Ausgabe 2006. Regionaldaten der Erfindungstätigkeit. München

Diegner, Bernhard (2006): Ingenieurmangel – Gefahr für den Standort Deutschland. Ergebnisse einer ZVEI-Umfrage. ZVEI Monitor.

Döhrn, R. / Engel, D. / Stiebale, J. (2008): Außenhandel und ausländische Direktinvestitionen deutscher Unternehmen. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 3-2008. Berlin.

Gehrke, B. / Legler, H. (2008): Forschungs- und wissensintensive Wirtschaftszweige in Deutschland: Produktion, Wertschöpfung, Beschäftigung und Qualifikationserfordernisse. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 9-2008. Berlin. http://www.e-fi.de/fileadmin/StuDIS2008/StuDIS_9_2008_FuE_Wirtschaftszweige.pdf

Egeln, J. (ZEW) / Gehrke, B. (NIW) / Legler, H. (NIW) / Licht, G. (ZEW) / Rammer, C. (ZEW) / Schmoch, U. (FhG-ISI) (2007): Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007. Hrsg.: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) Bonn / Berlin

Grenzmann, C. / Kreuels, B. (2008): Forschungslandschaft Nordrhein-Westfalen. Hrsg.: Stifterverband für die Deutsche Wirtschaft. Essen (= Projektberichte aus der Wissenschaftsstatistik 1/2008)

Hennersdorf, Jörg / Holst, Gregor / Krippendorf, Walter (2008): Die Elektronikindustrie in Ostdeutschland. Entwicklung 1995 – 2006 und Ansatzpunkte einer ar-

beitsorientierten Branchenstrategie. Studie im Auftrag der Otto-Brenner-Stiftung (erscheint demnächst).

Irmer, K. (2008): Elektroindustrie – Investitionen verlagern sich weiter nach Osten. In: Produktion Nr. 31, 2008

Isermann, Mario et al. (2008): RFID – Spielwiese für Technologiebegeisterte oder Schlüsseltechnologie zur Effizienzsteigerung von Geschäftsprozessen? Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT. Aachen

Kinkel, Steffen / Lay, Gunter / Jäger, Angela (2007): Mehr Flexibilität durch Organisation. Fraunhofer ISI - Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung. Mitteilungen aus der Produktionsinnovationserhebung, Nr. 42. Karlsruhe.

Kinkel, Steffen / Maloca, Spomenka (2008a): Produktionsverlagerungen rückläufig. Fraunhofer ISI - Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung. Mitteilungen aus der Produktionsinnovationserhebung, Nr. 45. Karlsruhe.

Kinkel, Steffen / Maloca, Spomenka (2008b): FuE-Verlagerungen ins Ausland – Ausverkauf deutscher Entwicklungskompetenz? Fraunhofer ISI - Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung. Mitteilungen aus der Produktionsinnovationserhebung, Nr. 46. Karlsruhe.

Legler, H. / Krawczyk, O. (2006): Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich. Hrsg.: Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung, Hannover (= Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 8-2007)

Lüthje, B. (2006): The Rise and Fall of "Wintelism": Manufacturing strategies and transnational production networks of U.S. information electronics firms in the Pacific Rim. In: Moerke, A. / Storz, C. (eds.): Institutional Frameworks and Learning Processes in Information Technologies in Japan, U.S. and Germany. London: Routledge

Lüthje, B. et al. (2005): „Desorganisierter Despotismus“. Globale Produktion, soziale Diskriminierung und Arbeitsbeziehungen in der Elektronikindustrie in China.

Namur / VDI / VDE (Hrsg.) (2005): Technologie-Roadmap: Prozess-Sensoren 2005 – 2015. Leverkusen / Düsseldorf.

Rammer, Christian / Weißenfeld, Britta (2008): Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland – Aktuelle Entwicklungen und ein internationaler Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 4-2008. Berlin.

Rein, Dirk (2008): Keine Insel der Glückseligen. In: Produktion Nr. 3/2008

Schumacher, D. / DIW (2007): Wirtschaftsstrukturen und Außenhandel mit forschungsintensiven Waren im internationalen Vergleich. Hrsg.: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Berlin (= Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 16-2007)

SUSTAIN CONSULT (2007): Branchenreport Energietechnik und Kraftwerksbau, Teil 2: Technische Innovationen und Auswirkungen auf den Kraftwerksbau. Hrg.: IG Metall Vorstand, Frankfurt a.M.

Veit, Eberhard (2008): Factory Automation and Process Automation – Synergien bei einer integrierten Betrachtung. VDI-Kongress Automation 2008, Baden-Baden.

Voskamp, U. (2005): Grenzen der Modularität – Chancen für hochlohnstandorte in globalen Produktions- und Innovationsnetzwerken. In: SOFI-Mitteilungen Nr. 33, S. 115-129

Website Elektronikpraxis: www.elektronikpraxis.vogel.de

Ziesing, Hans-Joachim et. al. (2001): Stand der Liberalisierung der Energiewirtschaft in Deutschland. In: FVS Themen 2001, S. 144-150

ZEW (2007), Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung Mannheim: Schwerpunktbericht zur Innovationserhebung 2005. ZEW Dokumentation Nr. 07-03. Mannheim.

ZEW (2008a): Innovationsreport: Elektroindustrie. In: ZEW Branchenreport Innovationen. Ergebnisse der deutschen Innovationserhebung 2007, Nr. 3, Jg. 15.

ZEW (2008b): Innovationsreport: Instrumententechnik. In: ZEW Branchenreport Innovationen. Ergebnisse der deutschen Innovationserhebung 2007, Nr. 8, Jg. 15.

ZVEI (2004): Services in Automation. Qualität durch Kompetenz - Dienstleistungen nach Maß. Frankfurt/M.

ZVEI (2006): Integrierte Technologie-Roadmap Automation 2015+. In Zusammenarbeit mit dem IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung. Frankfurt/M.

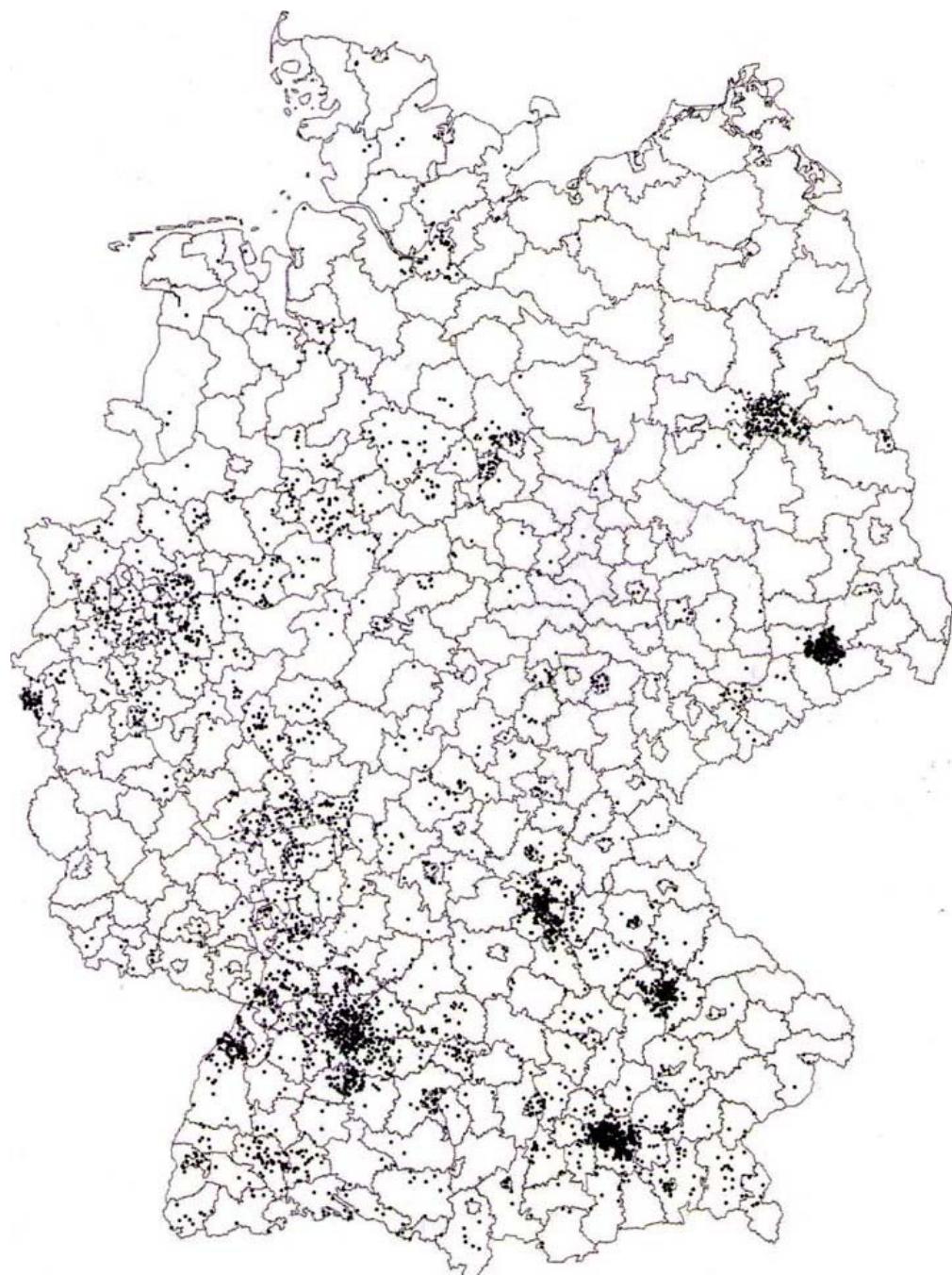
ZVEI (2007): Hightech-Strategie Deutschland. Empfehlungen der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie. Frankfurt/M.

ZVEI (Hrsg. / 2008a): Elektrotechnik- und Elektronikindustrie – Konjunkturelle Lage und Aussichten, September 2008. Frankfurt a.M.

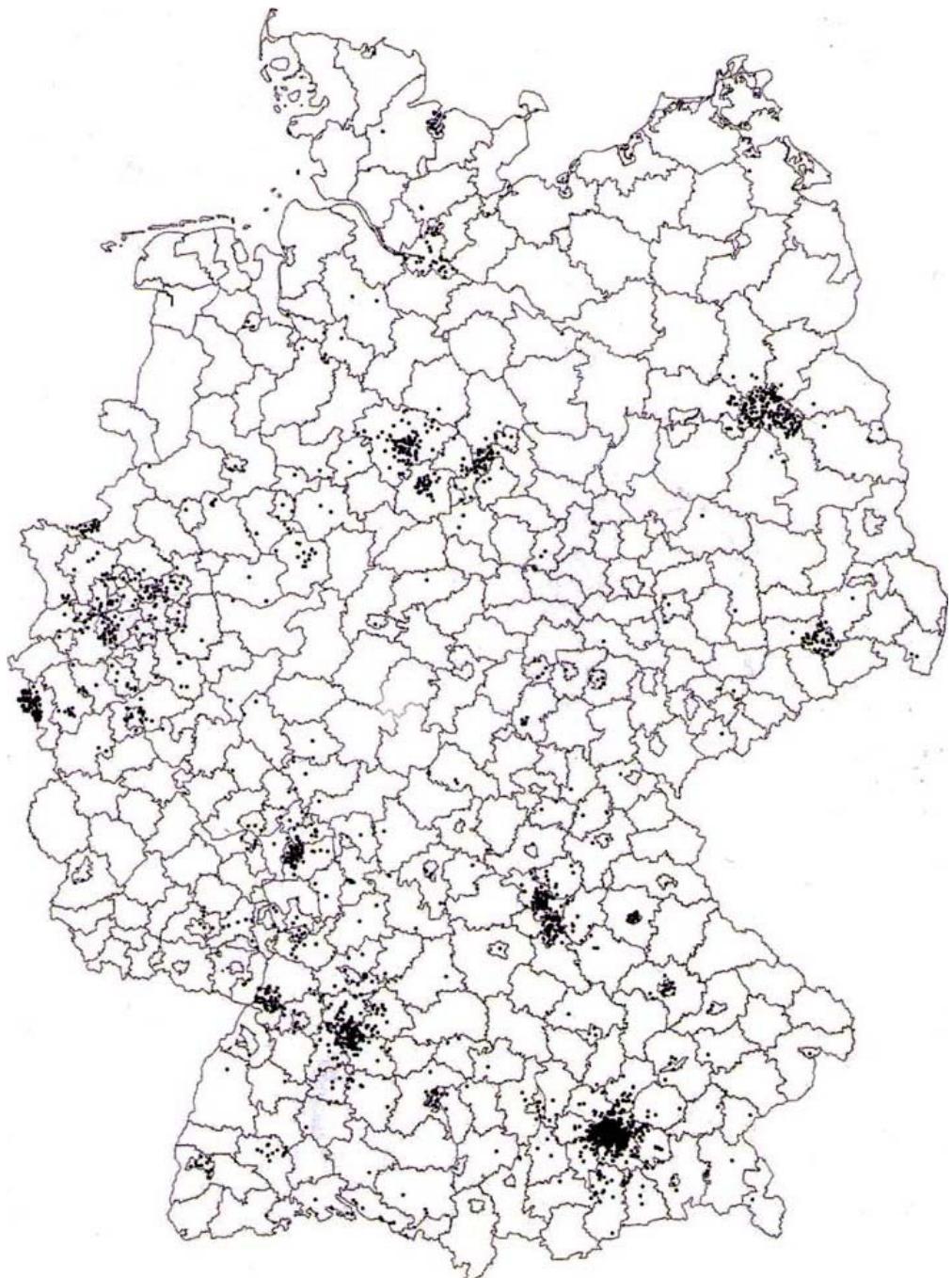
ZVEI (Hrsg. / 2008b): ZVEI-Konjunkturbarometer, Oktober 2008. Frankfurt a.M.

Anhang: Regionale Verteilung von Patentanmeldungen im Bereich der Elektrotechnik und Elektronik in Deutschland

Verteilung der Patentanmeldungen im technischen Gebiet Elektrotechnik (grundlegende elektronische Schaltkreise, elektrische Nachrichtentechnik) im Jahr 2005 (Quelle: Deutsches Patent- und Markenamt 2005)



Verteilung der Patentanmeldungen im technischen Gebiet Elektronik, Nachrichtentechnik im Jahr 2005 (Quelle: Deutsches Patent- und Markenamt 2005)



Verteilung der Patentanmeldungen im technischen Gebiet Messen, Prüfen, Optik, Photo (Zeitmessung, Steuern, Regeln, Datenverarbeitung, Rechnen, Zählen, Kontrollvorrichtungen, Signalwesen) im Jahr 2005 (Quelle: Deutsches Patent- und Markenamt 2005)

